Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

SMeART
Making Europe's SMEs Smart

WP3

Modelo y Directrices de Cooperación Universidad-Empresa SMeART

Fachhochschule des Mittelstands (FHM)
Ravensberger Straße 10F
33602 Bielefeld, Germany

www.fh-mittelstand.de

EDITORIAL

Manfred Leisenberg, Ellena Werning, Michael Negri
(Fachhochschule des Mittelstands, Germany)

Sandra Verweij, José Laan
(Parbleu, The Netherlands)

Gianluca Rossi, Debora Ercoli
(TUCEP – Tiber Umbria Comett Education Programme, Italy)

Philippe Saey
(KU Leuven, Belgium)

Martin Westbomke
(Institut für Integrierte Produktion Hannover, Germany)

Joseba Sainz de Baranda
(Federación Vizcaína de Empresas del Metal, Spain)

Simona Rataj, Dana Maurovič Anžur
(Chamber of Commerce and Industry of Slovenia)

DESCARGO

Este manual ha sido creado en el marco del proyecto KNOWLEDGE ALLIANCE FOR UPSKILLING EUROPE'S SMEs TO MEET THE CHALLENGES OF SMART ENGINEERING (SMeART) financiado por la Comisión Europea.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

El apoyo de la Comisión Europea a la producción de esta publicación no constituye una aprobación del contenido que refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no puede ser considerada responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.

Tabla de Contenidos

1. Lista de abreviaturas **10**

2. Introducción **10**

2.1. Preámbulo 10

2.2. Lo último en tecnología 10

2.2.1. Punto de partida científico 10

2.2.2. Temas y términos técnicos importantes 13

2.2.2.1. Ingeniería Inteligente 13

2.2.2.2. Sistemas ciber-físicos 13

2.2.2.3. Industria 4.0 14

2.2.2.4. Internet de los objetos (IoT) 15

2.2.2.5. Otros términos importantes 17

2.2.3. Situación actual de las PYMEs que aún no son inteligentes 19

2.2.3.1. Una llamada de atención para las PYMEs 19

2.2.3.2. Desafíos especiales para las PYME 21

2.3.1. Objetivo de las presentes Directrices 22

2.4. Conceptos para alcanzar los objetivos 23

2.4.1. Ciclo de vida del producto SMaRT 23

2.4.2. Modelo de Coaching y Colaboración SMeART 24

3. Producción **26**

3.1. Introducción 26

3.2. Retos actuales a lo largo del ciclo de vida del producto 27

3.3. Definición de Industria 4.0 28

3.4. Teoría y práctica de la producción en la Industria 4.0 31

3.5. Cómo la Industria 4.0 y la Ingeniería Inteligente están cambiando el ciclo de vida del producto 41

3.6. Aplicaciones de Industry 4.0 a lo largo del ciclo de vida del producto 42

3.6.1. Ejemplos de productos inteligentes 47

3.6.2. El marco estratégico 49

3.6.3. El Toolbox de SMeART 52

3.6.3.1. Iniciación 52

3.6.3.2. Madurez 53

3.6.3.3. Combinar las etapas 1, 2 y 3: Potencialidades. 55

3.6.3.4. Recursos de la campaña 56

3.6.3.5. Gestión del cambio 57

3.6.3.6. Implementación 57

4. Oportunidades de negocio **58**

4.1. Introducción y objetivos de esta sección 58
4.2. Necesidades del mercado 59
4.2.1. Necesidades del cliente 60
4.2.2. Perspectiva del cliente 60
4.2.3. Recopilación de las opiniones de los clientes 60
4.3. Oportunidades de negocio SMART 62
4.3.1. Productos inteligentes 63
4.3.2. Creación de valor basada en Big Data 64
4.3.3. Servicios inteligentes (servilización) 65
4.3.4. Contribuir a los problemas sociales y medioambientales con soluciones técnicas inteligentes 68
4.3.5. Modelos inteligentes de ingresos 68
4.4. SMART Innovación de productos, procesos y servicios 70
4.4.1. Desarrollo de una cartera de innovación inteligente 70
4.4.2. Gestión de la innovación 71
4.4.3. Desarrollo de un producto o servicio innovador 75
4.4.3.1. Conceptos de identificación de problemas/oportunidades 75
Entender al cliente 77
Métodos basados en la empatía 77
4.4.3.2. Redefinición del problema 77
4.4.3.3. Ideación 77
4.4.3.4. Pretotipado/Prototipado 78
4.5. Marketing inteligente 80
4.5.1. El desarrollo del Marketing 4.0 81
4.5.2. Definición de Marketing 4.0 82
4.5.3. Consecuencias de la comercialización 4.0 82
4.5.4. Los Desafíos del Marketing Moderno 84
4.5.5. El diálogo de los consumidores en un mundo digitalizado de marcas 85
4.6. Cadenas de suministro y redes de valor inteligentes 87
4.6.1. De las cadenas de suministro a las cadenas de valor 88
4.6.2. Redes de valor centradas en el cliente 88
4.7. Principales conclusiones y recomendaciones 89
5. Desafíos futuros de la gestión 91
5.1. Introducción y objetivos de esta sección 91
5.2. La gestión del modelo de negocio 92
5.3. Retos del empleo 96
5.3.1. Impacto del cambio tecnológico en el empleo 96
5.3.2. Impacto del cambio tecnológico en la gestión de los recursos humanos 99

5.4. Desafíos de colaboración 100
5.5. Desafíos legales y regulatorios 103
5.6. Desafíos de seguimiento y control 106
5.7. Principales conclusiones y recomendaciones 108
6. Cooperación entre las instituciones de educación superior y empresas 110
6.1. Introducción 110
6.2. Definición del modelo de cooperación entre las IES y la empresa 111
6.3. Cómo apoya la Comisión Europea la cooperación empresarial en las IES 113
6.4. Impulsar la innovación, el espíritu empresarial y la creatividad 114
6.5. ¿Por qué deberían cooperar la universidad y la empresa? 115
6.6. El modelo de cooperación empresarial de SMeART HEI 117
6.6.1. Servicios de Consultoría e Ingeniería 118
6.6.2. Intercambios entre la Universidad y las PYME 118
6.6.3. Entrenamiento 'En el trabajo'. 118
6.7. Buenas prácticas de los modelos de cooperación entre IES y empresas a nivel europeo 119
7. Consultoría y Coaching 125
7.1. Introducción 125
7.2. Los principales beneficios de SMeART Coaching y Consultoría 126
7.2.1. Los principales beneficios del coaching y la consultoría para una PYME 126
7.2.2. Los beneficios potenciales para las instituciones de educación superior 127
7.3. ¿Cuál elegir: un entrenador o un consultor? ¿Hay alguna diferencia? 127
7.4. El proceso de Coaching y Consultoría SMeART 129
7.4.1. Configuración del Plan de Coaching y Consultoría (plantillas) 130
7.4.2. Proceso de seguimiento / evaluación de la actividad de coaching / consultoría 132
7.5. Lo que se debe y lo que no se debe hacer para un coaching y una consultoría eficientes 133
8. Formación 135
8.1. ¿Qué es la industria inteligente (en pocas palabras)? 135
8.2. ¿A quién entrenar y para cuándo? 136
8.3. Para lo que tenemos que entrenar 138
8.3.1. Dimensiones de la industria inteligente relevantes para la Formación 138
8.3.1.1. Cualificaciones de la industria inteligente relevantes para la formación. 138
8.3.1.2. Impacto en las necesidades de cualificación 142
8.3.2. Retos STEM de alto nivel para la automatización y producción en la industria inteligente 143
8.3.2.1. Introducción 143
8.3.2.2. Tendencias tecnológicas de la industria inteligente para educar y capacitar para 144
8.3.3. Impacto de la innovación industrial en el entorno laboral 146
8.4. Cómo formarse para... Métodos de aprendizaje para la transformación 149

8.4.1. Conceptos principales 149
8.4.1.1. Aprendizaje tradicional frente al aprendizaje electrónico 149
8.4.1.2. Formación a distancia 150
9.4.1.2.1. Introducción 150
9.4.1.2.2. Métodos de entrega: aprendizaje sincrónico y asincrónico 150
9.4.1.2.3. Sistemas de gestión del aprendizaje 151
8.4.1.3. Cursos Abiertos Masivos en Línea (MOOCs) 151
9.4.1.3.1. Introducción 152
9.4.1.3.2. Características básicas de MOOCS 152
9.4.1.3.3. Dónde encontrar tu MOOC 154
8.4.2. Formatos para la educación y la formación práctica 157
8.4.3. Claves para el éxito / trampas 158
9. Bibliografía **161**

Metadatos Documento

Proyecto	SMeART – Knowledge Alliances for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering Erasmus+ – KA2 Knowledge Alliances Project Number: 575932-EPP-1-2016-1-DE-EPPKA2-KA
Título del documento	WP3 model & guidelines
Organización líder	FHM
Persona de Contacto	Manfred
Organizaciones participantes	Todos los socios involucrados
Nivel de diseminación	Informe
Fecha del documento	En proceso

Revisiones del documento

Fecha	**Modificaciones relevantes**
6.1.18	Template setup
10.1.	Examples for references included
11.1.	Introduction started
21.3.	Chapters included, formatted
23.7.	Review of Martins section
2.8.18	Review by redaction group and section leaders
9.8.	Introduction structured
13.8	Framework, model included into intro
29.8.	Intro completed
4.9.	Refs für Intro
21.3.19	Manfred Named this version "final", deleted all comments etc, last Backup is writing6

1. Lista de abreviaturas

IES	Institución de eeducación superior
IoT	Internet of Things
IA	Inteligencia Artificial
I4.0	Industria 4.0

2. Introducción

Autor: Leisenberg, Manfred; FHM Bielefeld/ Alemania

2.1. Preámbulo

Los mercados digitales actuales se caracterizan por una gran complejidad, lo que dificulta a las empresas mantener su posición competitiva cada día durante un periodo de tiempo más largo. Los clientes potenciales pueden elegir entre una amplia gama de productos y servicios de proveedores de todo el mundo, con lo que aumentan los requisitos en términos de calidad, precio y disponibilidad (cf. Becker, Himpel, & Kuß, 2004 p.393; Grundig, 2018, p. 13). Las empresas independientemente del tamaño se enfrentan al reto del aumento de los requisitos del mercado a lo largo del ciclo de vida de sus productos y servicios. La Industria 4.0, Ingeniería Inteligente o Producción 4.0 incluyen capacidades para resolver la mayoría de las dificultades conocidas y existentes en las áreas relevantes de producción y podrían añadir valor sostenible a los negocios actuales. Debido a la variedad de nuevas terminologías emergentes, puede ser difícil abordar el tema de la Industria 4.0. Las visiones, las ideas y las tecnologías se mencionan a menudo conjuntamente y pueden causar confusión. Dado que es tan difícil proporcionar una definición clara y definitiva de la I4.0, muchas empresas no pueden imaginar cómo podría contribuir la I4.0 en su proceso de creación de valor. Algunas visiones parecen demasiado futuristas y, por lo tanto, tienen el potencial de desanimar a las empresas en lugar de inspirarlas. Esta publicación -una guía para pequeñas y medianas empresas- tiene por objeto ayudar a las empresas a diseñar e implementar con éxito la introducción de estos procesos. Esta publicación se basa en la experiencia diversa de los editores internacionales del proyecto:

"ALIANZA ERASMUS+ KNOWLEDGE ALLIANCE PARA MEJORAR LAS CUALIFICACIONES DE LAS PYME EUROPEAS PARA HACER FRENTE A LOS RETOS DE LA INGENIERÍA INTELIGENTE ".

Esta alianza está establecida en un proyecto con el acrónimo SMeART. En particular, estas directrices tienen por objeto apoyar la cooperación entre las instituciones de educación superior (IES) y las empresas para la aplicación con éxito de los principios de la ingeniería inteligente.

2.2. Lo último en tecnología

2.2.1. Punto de partida científico

La Industria 4.0, Ingeniería Inteligente o Producción 4.0 son tendencias actuales de automatización e intercambio de datos en tecnologías de fabricación. Estos tres términos implican un concepto de evolución industrial con cuatro etapas (ver fig. 1.1). En particular, el término Industria 4.0 se utiliza principalmente en Europa, y tiene sus raíces en Alemania (véase la sección 1.2.1).

Existen diferentes opiniones sobre la llegada real de la Industria 4.0 en las pequeñas y medianas empresas (PYME). Por lo que se refiere a las instalaciones piloto seleccionadas, se espera que entre 2020 y 2025 se apliquen en las PYMEs las tecnologías de la Industria 4.0, a veces perturbadoras, con el fin de adaptar ampliamente las soluciones estándar. Pero la realización de una Industria 4.0 "más verdadera y completa" se espera alrededor de 2030 (ver Fig. 1.1) (Berger, 2018)). En previsión de esto, la transformación inicial está ocurriendo ahora mismo y en los próximos años: la mayoría de los despliegues de investigación serán realizados por investigadores, desarrolladores y otros miembros del personal. Sin embargo, ya existen proyectos de ejemplo muy desarrollados como el "It's OWL" - Industry 4.0- Cluster en Bielefeld/Alemania (Siebe, 2018).

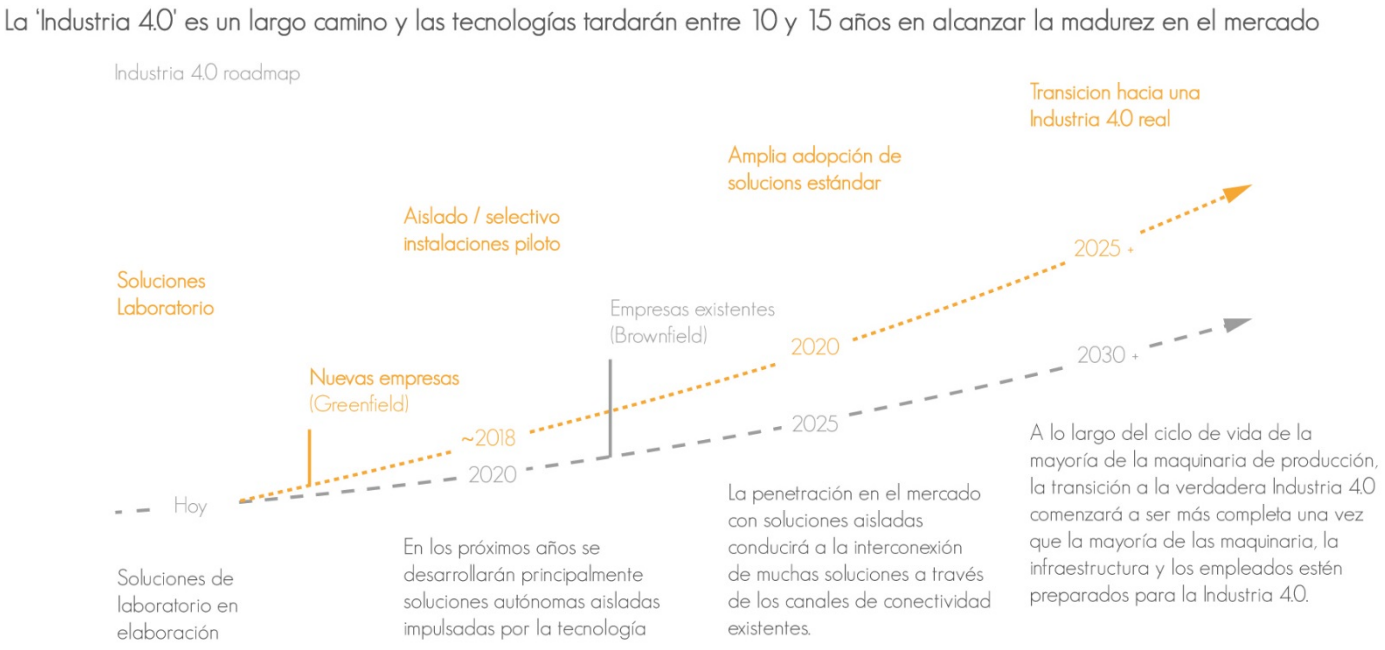


Fig. 1.1: La mayoría de las fuentes predicen que la Industria 4.0 "llegará" en los años 2025 - 2030. (Berger, 2018)

Las grandes empresas ya se han posicionado en términos de personal y financieros para aprovechar el potencial de la ingeniería inteligente y la transformación digital. Ahora las PYME siguen su ejemplo. Sin embargo, hasta ahora no más del 20 por ciento de las PYMEs europeas han digitalizado sus procesos, aunque se espera que en cinco años esta cifra aumente hasta el 80 por ciento. Durante mucho tiempo, el IoT ha dejado de ser "la música del futuro" y la digitalización de todos los procesos de producción y de negocio es una necesidad existencial para toda empresa.

Los expertos consideran que las PYMEs en particular tendrán buenas oportunidades, a través de la transformación digital, para aumentar su competitividad o, mejor dicho, defender su posición frente a sus competidores. Por lo tanto, no hay alternativa a la transformación digital de los procesos de producción. Esta es la única manera de ver todo el proceso y la cadena de suministro en tiempo real y hacer el proceso más transparente para el cliente. Así, la transformación digital se convierte en una situación en la que todos salen ganando. Los clientes disfrutan de un servicio claramente optimizado y las empresas obtienen atractivos modelos de negocio ("Digital Genius", 2017).

La industria 4.0 y la ingeniería inteligente tienen su enfoque básico en el proceso de producción dentro de una fábrica inteligente, mientras que otro término importante -la Internet of Things (IoT)- se centra en la fase de utilización de dispositivos y productos digitalizados y conectados. La Industria 4.0 incluye sistemas ciber-físicos: El Internet of Things (IoT) y el cloud computing (Hermann, Pentek y Otto, 2016a). Además, el término "Industria 4.0" se centra principalmente en las fábricas inteligentes. Para describir los procesos generales de transformación digital, los cambios resultantes en la cadena de valor y en el ciclo de vida del producto (véase la sección 1.4.1), así como los efectos relacionados con las pequeñas y medianas empresas (PYME) no industriales, consideramos que el

término Industria 4.0 es demasiado restrictivo. La expresión "Cyber physical System", sin embargo, refleja mejor la importancia de estos nuevos desarrollos en relación con las etapas de la evolución industrial (ver fig. 1.2).

La industria 4.0 se relaciona con el concepto de fábrica inteligente, que consta de 3 partes:

- Producción Inteligente: nuevas tecnologías de producción que crean colaboración entre todos los elementos de la producción o colaboración entre el operador, la máquina y la herramienta.
- Servicios Inteligentes: información e instalaciones técnicas que permiten integrar sistemas; adicionalmente, que permiten integrar una empresa como proveedor-cliente y dotarse mutuamente de estructuras externas como carreteras, hubs, gestión de residuos, etc.
- Smart Energy: se centra en el consumo de energía, creando sistemas de mayor rendimiento y reduciendo el desperdicio de energía.

En la actualidad, Ingeniería Inteligente es considerada como el habilitador del concepto anterior. Ejemplos de tecnologías de habilitación relacionadas con la Ingeniería Inteligente son:

- Sistemas avanzados de producción: sistemas interconectados y modulares que permiten flexibilidad y rendimiento. Estas tecnologías cubren los sistemas automáticos de manipulación de materiales y robótica avanzada.
- Producción de aditivos: sistemas de fabricación de aditivos que aumentan la eficiencia de los materiales.
- Realidad Aumentada: sistemas de visión con realidad aumentada para valorar mejor a los operadores en la realización de las actividades diarias.
- Simulación:.... de máquinas interconectadas para optimizar los procesos.
- Integración horizontal y vertical: integración e intercambio de información tanto horizontal como vertical entre todos los actores del proceso de producción.
- Internet industrial: comunicación entre las unidades de producción, tanto dentro como fuera de la empresa.
- Cloud: implementación de todas las tecnologías de la nube, como el almacenamiento en línea, el uso de la computación en la nube y los servicios externos para el análisis de datos.
- Ciberseguridad: toda la cuestión de la seguridad de la información y los sistemas.
- Análisis de grandes cantidades datos: técnicas de gestión de grandes cantidades de datos basadas en sistemas abiertos que permiten realizar previsiones o predicciones.

La Industria 4.0 crea o se asemeja a lo que se llama una"fábrica inteligente". Una fábrica inteligente es un sistema inteligente basado en la ingeniería inteligente. Los sistemas inteligentes incorporan funciones de detección, actuación y control para describir y analizar una situación, y tomar decisiones basadas en los datos disponibles de forma predictiva o adaptativa, realizando así acciones inteligentes. En la mayoría de los casos, la elegancia del sistema puede atribuirse al funcionamiento autónomo basado en el control de bucle cerrado, la eficiencia energética y las capacidades de red. Los sistemas inteligentes suelen constar de diversos componentes ("Smart Systems", s.d.):

- Sensores para la adquisición de señales y datos;
- Elementos que transmiten la información a la unidad de proceso;
- Unidades de procesamiento que toman decisiones y dan instrucciones basadas en la información disponible;
- Componentes que transmiten decisiones e instrucciones;
- Actuadores que realizan o activan la acción requerida.

Los sistemas inteligentes están vinculados al desarrollo de la Industria 4.0 y a la IoT, en el sentido de que proporcionan una funcionalidad inteligente a los objetos, por ejemplo, a los bienes industriales en la cadena de suministro o a los productos alimenticios en la cadena de suministro de alimentos. Con la ayuda de la tecnología de identificación de objetos activa o pasiva, los sensores inalámbricos, la capacidad de detección y respuesta en tiempo real, la eficiencia energética, así como la funcionalidad de red, los objetos se convertirán en objetos inteligentes. Estos objetos inteligentes se consideran a menudo aplicaciones especiales de la Industria 4.0 e IoT.

Los bienes industriales inteligentes podrían almacenar información sobre su origen, destino, componentes y uso. Además, la eliminación de residuos podría convertirse en un proceso de reciclaje individual verdaderamente eficiente ("Smart Systems", s.f.).

2.2.2. Temas y términos técnicos importantes

2.2.2.1. Ingeniería Inteligente

¿Qué es la **Ingeniería Inteligente**? Este término abarca los métodos, procesos y herramientas informáticas para el desarrollo interdisciplinario y orientado a sistemas de productos, instalaciones de fabricación e infraestructuras innovadoras, inteligentes y conectadas. Estas áreas también se agrupan actualmente bajo el término Industria 4.0. Se refiere a la conexión en red y al intercambio exhaustivo de información entre todos los componentes que intervienen en el proceso de fabricación, así como entre todos los procesos individuales de desarrollo y fabricación de productos, con el fin de lograr mejoras significativas en el rendimiento, el coste, la calidad y la aceptación de los productos por parte de los clientes. Una parte importante de la Ingeniería Inteligente es asegurar y probar un proceso interdisciplinario de gestión del ciclo de vida del producto (ver sección 1.2.3.), ya que los diversos dominios de conocimiento e interrelaciones no están suficientemente conectados en la actualidad, con el resultado de que la información se puede perder y las relaciones en red tienen que ser recapturadas y reimplementadas. Para el desarrollo de productos, las aplicaciones de Ingeniería Inteligente entran en juego desde la fase de planificación, ya que dentro de una amplia gama de criterios de definición, el desarrollador comienza primero a crear la estructura del producto y los modelos de información asociados. Este proceso de desarrollo digital se beneficia en última instancia de la cualificación y conexión en red de la producción y de la modelización de los procesos y tecnología de automatización. Esto debe implicar una comunicación segura y fiable no sólo entre los subprocesos individuales, sino también entre los distintos componentes de las instalaciones de fabricación. Un reto particular en este caso es la comunicación con los elementos móviles. En última instancia, la ingeniería inteligente consiste en la integración del desarrollo de productos, la planificación de la producción y la gestión de la producción para garantizar la rápida implantación en el mercado de ideas de productos innovadores y la creación de valor a través de un proceso de desarrollo digital (Universidad de Duisburgo, 2018).

Para estas directrices, los sistemas inteligentes que se centran en las cadenas de valor típicas de las PYMEs se denominarán SME 4.0. Según Herrmann, Pentek y Otto (Herrmann, Pentek y Otto, 2016), Smart Engineering se compone de:

- sistemas ciberfísicos
- Internet de las cosas (Internet of Things)
- computación en nube (Cloud Computing)

2.2.2.2. Sistemas ciber-físicos

En los **sistemas cibernéticos (CPS)**, los componentes físicos y software están profundamente entrelazados. Cada uno de los componentes está operando en diferentes escalas espaciales y temporales, exhibiendo múltiples y distintas modalidades de comportamiento, e interactuando entre sí de formas que cambian con el contexto ("Cyber-Physical Systems (CPS) (nsf10515)," 2010). Ejemplos de CPS incluyen Industria 4.0 o SME 4.0 en general o sistemas de producción inteligentes, sistemas de automóviles autónomos, monitoreo médico, sistemas de control de procesos, sistemas de robótica y aviónica de piloto automático en particular. A menudo se considera que los CPS son una etapa previa al IoT. Comparten la misma arquitectura básica, sin embargo, los CPS presentan una mayor combinación y coordinación entre elementos físicos y computacionales (Rad, Hancu, Takacs y Olteanu, 2015).

Las aplicaciones comunes de CPS normalmente se encuentran bajo sistemas autónomos basados en sensores de comunicación. Por ejemplo, muchas redes de sensores inalámbricos monitorean algunos aspectos del ambiente y

transmiten la información procesada a un nodo central (Karnouskos, 2011). Un desafío en el desarrollo de sistemas ciber-físicos son las grandes diferencias en la práctica del diseño entre las diversas disciplinas de ingeniería implicadas, como la ingeniería de software y la ingeniería mecánica (Fitzgerald, Larsen y Verhoef, 2014).

2.2.2.3. Industria 4.0

El término **"Industrie 4.0"** es una palabra alemana que describe un conjunto de medidas para promover una industria más inteligente. Análogamente a esto está, por ejemplo, la palabra "industry 4.0" como equivalente en inglés. Existen varias iniciativas en muchos países que promueven este concepto. En Estados Unidos existe el "Industrial Internet Consortium" (IIC), fundado en marzo de 2014 por las empresas AT & T, Cisco, General Electric, IBM e Intel. Se promoverán conjuntamente las nuevas tecnologías de Internet, aunque el enfoque no se limita al sector industrial. Otras iniciativas en Japón se denominan "Industrial Value Chain Initiative" (IVI). Los iniciadores son grandes empresas japonesas. China también tomó iniciativas similares al concepto político alemán "Industria 4.0" en el plan quinquenal de 2015. Se pretende que desempeñen un papel decisivo en el paso de los países con salarios bajos a la potencia industrial mundial. Corea del Sur también invierte en las llamadas fábricas inteligentes. En varios países europeos existen otras actividades comparables a la iniciativa política alemana "Industrie 4.0", como la francesa "Industrie du futur". Las principales iniciativas europeas de ingeniería inteligente se han resumido en el documento Brújula UE para iniciativas y políticas de ingeniería inteligente. La brújula es el resultado de este proyecto (Partners, 1 de febrero de 2018).

Otras fuentes dicen: "Industria 4.0 es un nombre para la tendencia actual de automatización e intercambio de datos en las tecnologías de fabricación. Incluye sistemas ciber-físicos, el Internet de las cosas, la computación en nube y la computación cognitiva. La industria 4.0 se conoce comúnmente como la cuarta revolución industrial (véase la figura 1.1). La Industria 4.0 crea lo que a veces se llama una "fábrica inteligente". Dentro de las fábricas inteligentes de estructura modular, los sistemas ciber-físicos supervisan los procesos físicos, crean una copia virtual del mundo físico y toman decisiones descentralizadas. A través del Internet of Things, los sistemas ciber-físicos se comunican y cooperan entre sí y con los seres humanos en tiempo real y a través de la computación en nube, los participantes de la cadena de valor ofrecen y utilizan servicios tanto internos como interinstitucionales". (Wikipedia, 2016).

La "Plattform Industrie 4.0" identificó muchos potenciales y desafíos que forman parte de los cinco campos de acción:

- integración horizontal
- ingeniería digital integral
- integración vertical
- nuevas infraestructuras sociales
- sistemas de producción ciberfísica.

Descripciones generales - más tecnológicas o más generales - pueden encontrarse en la literatura: además de los documentos de la "Plattform Industrie 4.0" alemana (Plattform Industrie 4.0, 2018), el informe del Departamento de Política de "Industria, Investigación y Energía" del Parlamento Europeo es una excelente guía general (Smit, Kreutzer, Moeller, & Carlberg, 2016). (Rojko, 2017) ofrece una visión general de los conceptos y tecnologías de la Industria 4.0, y (Xiaomin, Di, Wan, Athanasios, & Chin-Feng, 2017) discute el "pegamento" que mantiene unidas a todas las "partes" de la industria interconectada: las redes de comunicación de datos (ver Fig. 1.2).

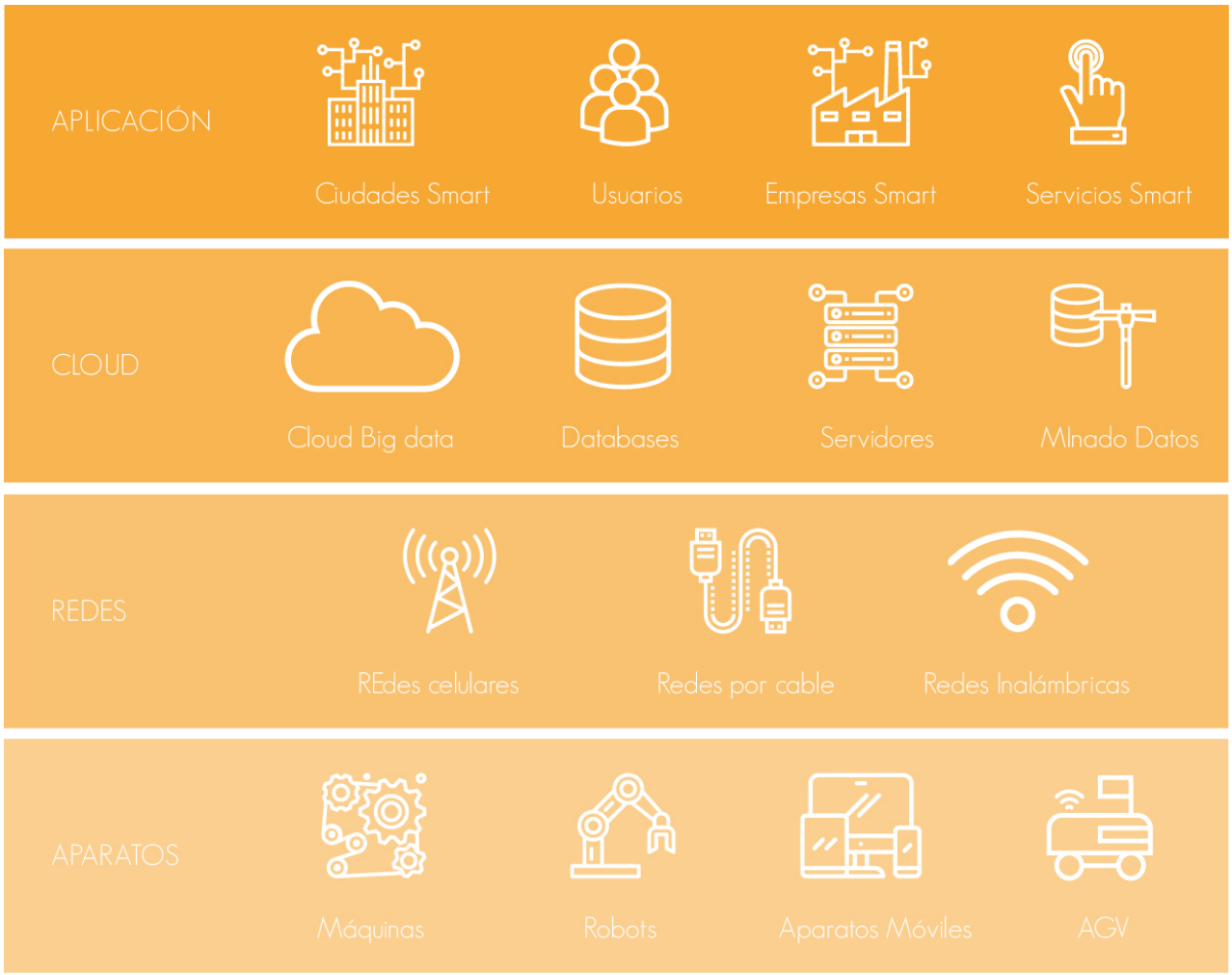


Fig.1.2: Dispositivos ("cosas"), redes, la "nube" y las aplicaciones representadas en una estructura de red de cuatro capas (Xiaomin et al., 2017).

2.2.2.4. Internet de los objetos (IoT)

La Internet de los objetos (IoT) es la red de objetos inteligentes interconectados, que están integrados con sensores, software, conectividad de red y la electrónica necesaria que les permite recoger e intercambiar datos haciéndolos sensibles. La Iniciativa de Normas Globales sobre la Internet de los objetos (IO-GSI) definió la IoT como "la infraestructura de la sociedad de la información" (UIT, 2017). Es un marco arquitectónico que permite la integración y el intercambio de datos entre el mundo físico y los sistemas informáticos a través de la infraestructura de red existente. La IoT no se centra en la producción, sino en la fase de utilización de dispositivos y productos digitalizados y conectados que permiten a los vendedores comunicarse con sus propios productos mientras son utilizados por los clientes y proporcionar nuevos servicios de atención al cliente "digitales", como el mantenimiento predictivo (Vogt, Dransfeld y Landrock, 2016).

Para proporcionar una clasificación arquitectónica, se puede decir que los dispositivos que constituyen el Internet de los objetos se estructuran generalmente en una arquitectura de red de tres niveles:

1. Interfaz con el mundo físico: un gran número de nodos de este primer nivel (etiquetas o unidades sensoriales) interactúan con el entorno proporcionando un código de identificación, adquiriendo información o comandando un actuador. Estos nodos están desprovistos de energía (etiquetas pasivas) o alimentados por batería (unidades de sensores y actuadores) y generalmente se caracterizan por una capacidad de procesamiento y memoria reducida. También están equipados con mecanismos de comunicación

(alámbricos o inalámbricos) para comunicarse con las unidades del segundo nivel. El coste depende de las características ofrecidas y puede variar desde unos pocos céntimos por etiqueta RFID pasiva hasta 30-150 euros para los nodos con capacidades sensoriales y/o de implementación; la vida útil oscila entre unos pocos años con los dispositivos alimentados por batería (muy dependientes del tipo de aplicación) y más de diez años para las etiquetas RFID pasivas.

2. Mediación: las unidades de segundo nivel, que incluyen los lectores y pasarelas de etiquetas RFID, tienen la tarea de recoger la información de los nodos de primer nivel para llevarla a los centros de control. Se caracterizan por una mayor capacidad de procesamiento y memoria, son generalmente alimentados desde la red fija y tienen un coste que puede variar enormemente desde 50 euros para un nodo gateway hasta 2.000 euros para un lector RFID.
3. Centro de procesamiento y control: las unidades de tercer nivel, que incluyen los sistemas de adquisición, centrales y puntos de operación, tienen la tarea de recibir la información de las unidades de segundo nivel para las siguientes etapas de almacenamiento, procesamiento y puesta en marcha de la usabilidad de los datos.

Los principales componentes de la IoT son:

- Hardware: hacer que los objetos físicos respondan y darles la capacidad de recuperar datos y responder a las instrucciones;
- Software: que permite la recogida, almacenamiento, procesamiento, manipulación e instrucción de los datos;
- Infraestructura de comunicación: consiste en protocolos y tecnologías que permiten a los objetos físicos intercambiar datos.

Los objetos físicos inteligentes son determinados por:

- Identificación de objetos,
- Sensores,
- Actuadores,
- Protocolo de comunicación,
- Identificación de la ubicación,
- Memoria.

La identificación de objetos se basa normalmente en tecnologías de identificación automática como:

- RFID, balizas Bluetooth, etc,
- Barra-, QR-Code,
- Reconocimiento de imágenes
- Identificación biométrica:
- Huellas dactilares,
- Reconocimiento de iris,
- Reconocimiento de rostros,
- Análisis de estructuras superficiales,
- GPS en combinación.

Basados en varias tecnologías, los sensores comunes de IoT son capaces de medir los siguientes parámetros:

- Temperatura,
- Varios parámetros de luz,
- Presión,
- Vibración,
- Deformaciones,
- Aceleración,
- Dirección cardinal,
- Humedad,

- Niveles acústicos, habla,
- Eventos visuales, video,
- Perfiles personales, por ejemplo, perfiles de comportamiento.

El complemento tecnológico de un sensor es un actuador, un dispositivo que convierte una señal eléctrica en acción, a menudo mediante la conversión de la señal en energía no eléctrica, como el movimiento. Un ejemplo simple de un actuador es un motor eléctrico que convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Los actuadores pueden ser independientes (es decir, sólo un dispositivo de salida) o pueden combinarse con un sensor de entrada IoT. Un ejemplo podría ser una bombilla inteligente diseñada para la iluminación nocturna en exteriores, en la que el sensor detecta que la luz ambiental ha caído a un nivel predeterminado (que puede ser programable externamente), y además de reportar estos datos aguas arriba, también activa directamente el actuador (la bombilla misma) para que se encienda.

En muchos casos, un actuador, además de actuar sobre los datos que le son enviados a través de una red de IoT, también informará con datos adicionales, por lo que algunos sentidos pueden contener tanto un sensor como un actuador. Un ejemplo, de nuevo utilizando una bombilla: la bombilla sólo se enciende cuando los datos externos se lo indican específicamente, pero si el elemento luminoso falla, la bombilla informará a la red de que este dispositivo ya no es capaz de producir luz, aunque esté recibiendo datos. Una red de diseño robusto también requeriría el uso de actuadores de bombillas que emiten un"latido del corazón" ocasional, de modo que si la unidad de la bombilla falla por completo, la red la detectará e informará de la falla (Parasam, 2016).

El Internet Industrial de los Objetos

Ampliando de la expresión general de IoT: Hoy en día, sólo algunos de los sensores y máquinas de un fabricante están conectados en red y hacen uso de la informática integrada. Se organizan típicamente en una pirámide de automatización vertical en la que los sensores y dispositivos de campo con inteligencia limitada y controladores de automatización alimentan un sistema de control de procesos de fabricación global. Pero con la Internet Industrial de los Objetos, más dispositivos -a veces incluso productos sin terminar- se enriquecerán con computación embebida y se conectarán utilizando tecnologías estándar. Esto permite que los dispositivos de campo se comuniquen e interactúen entre sí y con controladores más centralizados, si es necesario. También descentraliza el análisis y la toma de decisiones, permitiendo respuestas en tiempo real.

2.2.2.5. Otros términos importantes

- Big Data and Analítica
  Los análisis basados en grandes conjuntos de datos sólo han surgido recientemente en el mundo de la fabricación, donde optimizan la calidad de la producción, ahorran energía y mejoran el servicio de los equipos. En un contexto de la Industria 4.0, la recopilación y evaluación exhaustiva de datos de muchas fuentes diferentes (equipos y sistemas de producción, así como sistemas de gestión empresarial y de clientes) se convertirá en un estándar para apoyar la toma de decisiones en tiempo real.
- Robots Autónomos
  Los fabricantes de muchas industrias han utilizado robots durante mucho tiempo para abordar tareas complejas, pero los robots están evolucionando para lograr una utilidad aún mayor. Se están volviendo más autónomos, flexibles y cooperativos. Eventualmente, interactuarán entre sí y trabajarán de forma segura junto a los humanos y aprenderán de ellos. Estos robots (ver fig. 1.3) costarán menos y tendrán un mayor rango de capacidades que los utilizados en la fabricación actual.

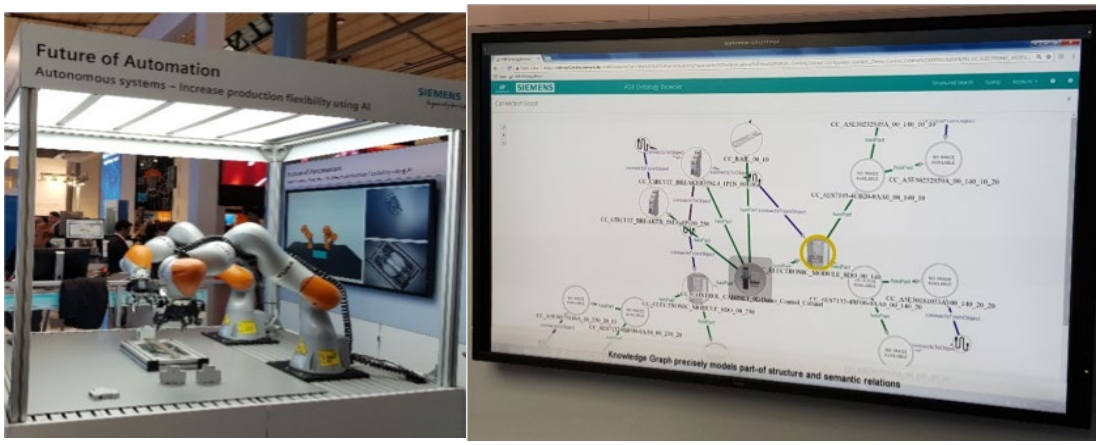


Fig. 1.3: Inteligencia Artificial y Sistemas Basados en el Conocimiento basados en tecnologías semánticas y razonamiento, mostrados en la Feria de Hannover 2018

- Simulación, “co-simulación” y “diseño integrado”
  En la fase de ingeniería, ya se utilizan simulaciones 3D de productos, materiales y procesos de producción, pero en el futuro, las simulaciones también se utilizarán ampliamente en las operaciones de la planta. Estas simulaciones aprovecharán los datos en tiempo real para reflejar el mundo físico en un modelo virtual, que puede incluir máquinas, productos y personas.
  Por ejemplo, Siemens y un proveedor alemán de máquinas herramienta desarrollaron una máquina virtual que puede simular el mecanizado de piezas utilizando datos de la máquina física. Esto reduce el tiempo de preparación para el proceso de mecanizado real hasta en un 80 por ciento.
- Integración de Sistemas Horizontales y Verticales
  La mayoría de los sistemas informáticos actuales no están totalmente integrados. Las empresas, los proveedores y los clientes rara vez están estrechamente vinculados. Tampoco lo son los departamentos de ingeniería, producción y servicio. Las funciones de la empresa al nivel de fabricación no están completamente integradas. Incluso la propia ingeniería, desde los productos hasta las plantas y la automatización, carece de una integración completa. Pero con Industria 4.0, las empresas, departamentos, funciones y capacidades se volverán mucho más cohesivas a medida que evolucionen las redes universales de integración de datos entre empresas y permitan cadenas de valor verdaderamente automatizadas.
  A modo de ejemplo: NxTPort (puerto de Amberes) ofrece datos (verificados) a empresas portuarias, proveedores de logística, etc.
- Cybersecurity
  Muchas empresas siguen confiando en sistemas de gestión y producción desconectados o cerrados. Con el aumento de la conectividad y el uso de protocolos de comunicación estándar que vienen con la Industria 4.0, la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de fabricación de las amenazas de ciberseguridad aumenta drásticamente. Como resultado, las comunicaciones seguras y fiables, así como la sofisticada gestión de identidades y accesos de máquinas y usuarios, son esenciales. Las nuevas implementaciones de software para el intercambio de datos, por ejemplo, OPC UA, han incorporado seguridad integrada.
- La Nube
  Las empresas ya están utilizando software basado en la nube para algunas empresas y aplicaciones analíticas, pero con la Industria 4.0, más empresas relacionadas con la producción requerirán un mayor intercambio de datos a través de los sitios y las fronteras de la empresa. Al mismo tiempo, el rendimiento de las tecnologías de nube mejorará, alcanzando tiempos de reacción de sólo varios milisegundos. Como resultado, los datos y la funcionalidad de las máquinas se desplegarán cada vez más en la nube, lo que permitirá ofrecer más servicios basados en datos para los sistemas de producción. Incluso los sistemas que monitorean y controlan los procesos pueden llegar a estar basados en la nube.

- Manufactura Aditiva
  Las empresas acaban de empezar a adoptar la fabricación aditiva, como la impresión en 3D, que utilizan principalmente para crear prototipos y producir componentes individuales. Con la Industria 4.0, estos métodos de fabricación aditiva se utilizarán ampliamente para producir pequeños lotes de productos personalizados que ofrecen ventajas de constructivas, como diseños complejos y ligeros. Los sistemas de fabricación aditiva descentralizada de alto rendimiento reducirán las distancias de transporte y el stock disponible. Por ejemplo, las empresas aeroespaciales ya están utilizando la fabricación aditiva para aplicar nuevos diseños que reducen el peso de los aviones, reduciendo sus gastos en materias primas como el titanio.
- Realidad Aumentada
  Los sistemas basados en la realidad aumentada soportan una variedad de servicios, como la selección de piezas en un almacén y el envío de instrucciones de reparación a través de dispositivos móviles. Estos sistemas se encuentran actualmente en sus inicios, pero en el futuro, las empresas harán un uso mucho más amplio de la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real en la mejora de la toma de decisiones y procedimientos de trabajo.

  Por ejemplo, los trabajadores pueden recibir instrucciones de reparación sobre cómo reemplazar una pieza en particular mientras observan el sistema que necesita reparación. Esta información se puede mostrar directamente en el campo de visión de los trabajadores utilizando dispositivos tales como gafas de realidad aumentada.
  Otra aplicación es la formación virtual. Siemens ha desarrollado un módulo de formación de operadores de plantas virtuales para su software Comos que utiliza un entorno 3D realista basado en datos con gafas de realidad aumentada para formar al personal de la planta en la gestión de emergencias. En este mundo virtual, los operadores pueden aprender a interactuar con las máquinas haciendo clic en una representación cibernética. También pueden cambiar parámetros y recuperar datos operativos e instrucciones de mantenimiento.

2.2.3. Situación actual de las PYMEs que aún no son inteligentes

2.2.3.1. Una llamada de atención para las PYMEs

Además de examinar los fundamentos científicos y técnicos de la Ingeniería Inteligente, es importante analizar la Industria 4.0 y el Internet de las cosas (Stepponat, 2018). Una publicación del Bundestag alemán destaca el potencial del Internet de los objetos para resolver los problemas de las sociedades industriales. Por lo tanto, existen muchos enfoques en Europa para promover la acción en los ámbitos de la ingeniería inteligente, la industria 4.0 y la Internet de los objetos. Desde 2009, la Unión Europea cuenta con un plan de acción para promover el desarrollo de la Ingeniería Inteligente, la Industria 4.0 y la Internet de los objetos en Europa. El Ministerio Federal de Educación e Investigación y el Ministerio Federal de Economía y Tecnología están trabajando con representantes del comercio y la industria en Alemania en proyectos sobre Ingeniería Inteligente, Industria 4.0 e Internet de las Cosas (Horvath, 2012).

Según un estudio realizado por "icom" en 2016, la Ingeniería Inteligente, la Industria 4.0 y el Internet de los objetos tienen un gran potencial para las PYMEs y los empresarios privados europeos en la economía digital. La forma en que las empresas europeas aplican las nuevas tecnologías digitales tendrá un gran impacto en su crecimiento futuro. Las nuevas tendencias digitales incluyen no sólo la Ingeniería Inteligente, la Industria 4.0 y el Internet de los objetos, sino también la computación en nube, los servicios web móviles y las redes inteligentes. Como resultado, el panorama empresarial en Europa y la naturaleza del trabajo están experimentando un cambio duradero. Esto se debe al poder innovador de las nuevas tecnologías, ya que no sólo provocan cambios a nivel tecnológico, sino que también tienen un impacto en los modelos de negocio y en la transferencia internacional de conocimiento (Compagnucci, Della Porta, Marcotullio, & Massaro, 2016).

La cuota de mercado de los productos de la IoT es una buena medida del éxito de las tecnologías de ingeniería inteligente, por lo que echemos un breve vistazo a las cuotas de mercado previstas de la Internet de los objetos en Europa por países: La cuota de mercado a partir de 2014 se compara, por ejemplo, con las cifras previstas para 2020. Los principales países europeos son el Reino Unido con una cuota del 21% en 2014 y del 23% en 2020 y

Alemania con una cuota de mercado del 19% en 2014 y del 21% en 2020, Francia con un 15% en 2014 y un 16% en 2020, seguidos de Italia, España, Países Bajos, Suecia, Polonia y Bélgica. La elevada cuota de mercado de Internet de los objetos en el Reino Unido, Alemania y Francia, los tres países europeos más importantes, se debe a su elevada inversión en las tecnologías de Internet de los objetos. En conjunto, representarán el 50% de todos los ingresos de la IoT en 2020 y el 75% de los ingresos junto con España, Italia y los Países Bajos. En países con bajas inversiones en la Internet de los objetos, se puede suponer que la tecnología necesitará más tiempo para ser importante. Además, se espera que la mayor tasa de crecimiento de la IoT se produzca en Suecia. Se espera que las redes de comunicación modernas aumenten la proporción del 4% al 24,2% (Compagnucci et al., 2016, p. 36). En 2020, los sectores manufacturero (24%), financiero (21%) y gubernamental (13%) tendrán las mayores cuotas en el mercado de la Internet de los objetos. En estos sectores, los procesos de comunicación y transacción de IoT se utilizan en las áreas B2B (empresa a empresa), B2C (empresa a cliente), C2C (ciudadano a ciudadano) y C2G (ciudadano a gobierno). Europa tiene potencial para convertirse en el líder mundial de la Internet de los objetos, ya que las tecnologías de la información y la comunicación de Europa pueden aprovechar sus principales puntos fuertes. Se trata de software (y servicios) B2B, sistemas embebidos y soluciones de sistemas en entornos industriales y sociales, como las soluciones logísticas (Compagnucci et al., 2016, p. 38).

Con el fin de aprovechar plenamente el potencial de la ingeniería inteligente, la industria 4.0 y el Internet de los objetos en las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) europeas, la Comisión Europea ha establecido cinco condiciones. En una publicación en el contexto del "Foro Consultivo Connect" en diciembre de 2014, se definieron como las piedras angulares para el uso con éxito de la ingeniería inteligente y de el Internet de los objetos en Europa. En el curso de modelos de negocio escalables, los monopolios globales existentes se dividirán en partes más pequeñas. Esto significa que la competencia seguirá siendo global, pero no sólo entre grandes empresas. Para mantener el equilibrio y promover nuevos puestos de trabajo y el crecimiento económico en Europa, todas las PYME s en particular deben participar equitativamente en el éxito de Ingeniería Inteligente, Industria 4.0 e Internet de los objetos. La creación de un entorno de este tipo será una tarea fundamental para las PYMEs europeas. Además, las denominadas industrias de núcleo inteligente en Europa deben desarrollarse y prepararse para el tema de la ingeniería inteligente, la industria 4.0 y el Internet de los objetos, de modo que en un futuro próximo sólo habrá que importar unas pocas innovaciones. La economía digital debe reforzarse con las innovaciones del sector europeo de alta tecnología para promover las tecnologías de la ingeniería inteligente, la industria 4.0 y el Internet de los objetos. Este objetivo sólo puede alcanzarse si las nuevas formas de organización, los modelos de negocio, los servicios, los métodos de desarrollo y las optimizaciones en el campo de la ingeniería digital pasan a formar parte de la vida cotidiana de las PYMEs (Angoso-González et al., 2014, p. 9).

En el futuro, la implementación de las aplicaciones de Ingeniería Inteligente, Industria 4.0 e Internet de los objetos debería basarse en estándares fiables. Por ejemplo, es necesario definir un modelo de referencia sobre la arquitectura de las aplicaciones de Internet de los objetos para promover la compatibilidad de las aplicaciones en el sector industrial. Las normas en el ámbito de la ingeniería inteligente, la industria 4.0 y la Internet de los objetos no deberían concentrarse únicamente en un ámbito (por ejemplo, las telecomunicaciones), sino que deberían poder utilizarse en diferentes ámbitos. Este enfoque se basa en la idea de que las aplicaciones de Ingeniería Inteligente, Industria 4.0 e Internet de los objetos deben utilizarse siempre de forma interdisciplinaria para promover su uso en la industria (Angoso-Gonzalez et al., 2014, p. 10). Estas directrices tienen por objeto contribuir a la elaboración de normas adecuadas para las PYME.

Para establecer un mercado digital uniforme en Europa y cumplir las condiciones antes mencionadas, es necesario aclarar las cuestiones jurídicas y reglamentarias. Las aplicaciones de Ingeniería Inteligente, Industria 4.0 e Internet de los objetos tienen el potencial de ejercer una influencia positiva en la sociedad, por ejemplo, para hacer que los procesos sociales sean más eficientes, respetuosos con el medio ambiente, más saludables o más seguros. Además, debe garantizarse la seguridad de las solicitudes y los datos que deben tratarse y debe respetarse la intimidad de las personas que participan en el proceso. Esto requiere leyes y regulaciones claras que promuevan la aceptación de la Ingeniería Inteligente, la Industria 4.0 y las aplicaciones de Internet de las Cosas y protejan a los consumidores. En el futuro, estas condiciones marco deberían centrarse en los requisitos de las aplicaciones y su fiabilidad, así como en los ámbitos de responsabilidad, sin favorecer soluciones específicas en casos concretos. Además, siempre deben tenerse en cuenta los aspectos humanísticos, éticos y sociales. Especialmente en el

campo de los grandes datos (Big Data) y el análisis de datos, los conjuntos de datos pueden ser fácilmente accesibles mediante el uso de la computación en nube. Especialmente la recogida de datos del Internet de los objetos con sensores no requiere ninguna interacción humana y puede llevarse a cabo de forma totalmente automatizada. Por lo tanto, la responsabilidad ética y social, que también son temas de estas directrices, siempre deben ser examinados (Angoso-Gonzalez et al., 2014, p. 10).

Si se observan las recomendaciones del "Foro Consultivo Connect" antes mencionado, se observa que la aplicación de la ingeniería inteligente, la industria 4.0 y el Internet de los objetos puede marcar una diferencia duradera para las PYMEs europeas. Es posible utilizar el potencial de una manera económicamente positiva para reforzar la economía digital en Europa y establecer un mercado internacional fuerte. Sin embargo, no deben descuidarse los aspectos éticos y sociales. Sólo mediante un uso equilibrado de las aplicaciones de Ingeniería Inteligente, Industria 4.0 e Internet de los objetos las PYMEs europeas podrán beneficiarse de forma sostenible de las nuevas tecnologías digitales (Stepponat, 2018).

No obstante, para algunas de las PYME europeas del sector de la ingeniería, la aplicación de principios inteligentes sigue considerándose un reto que debe afrontarse en el futuro. El salto irreversible necesario en el desarrollo industrial es comparable con la introducción de la energía a vapor, la electricidad o las tecnologías de la información básicas en etapas anteriores y, por lo tanto, se conoce como la cuarta revolución industrial (véase la sección 1.2).

Las pequeñas y medianas empresas de ingeniería deben actuar con rapidez porque necesitan:

- desarrollar procesos de comunicación e interacción controlados por las TI entre los distintos actores durante toda la cadena de producción y de valor,
- desarrollar e implementar un sistema ciberfísico,
- redefinir las competencias de gestión y del personal,
- reestructurar la organización del trabajo y el flujo de comunicación.

Desgraciadamente, algunas PYMEs europeas están poco preparadas para esta evolución y van a la zaga de sus competidores de otras regiones europeas, de los Estados Unidos y de Asia. En particular, una serie de PYMEs - muchas de las cuales pertenecen a la columna vertebral de la industria europea y siguen siendo líderes mundiales en muchos segmentos del mercado- están sometidas a una enorme presión para no perder completamente el contacto y su cuota de mercado a medio plazo. Recientemente, muchas iniciativas nacionales ya han incluido a la Industria inteligente en la agenda. Sin embargo, aún queda mucho trabajo por hacer (Stepponat, 2018).

Por lo tanto, se ha puesto en marcha el proyecto Erasmus+ SMeART. No sólo con estas directrices, SMeART pretende apoyar el establecimiento de una cooperación sostenible entre las universidades y las PYMEs de ingeniería con el fin de garantizar el éxito de la transferencia a una industria inteligente. Con este fin, estamos ofreciendo un modelo de cooperación empresarial para mejorar las cualificaciones de las PYME a fin de que puedan hacer frente a los retos de la ingeniería inteligente.

2.2.3.2. Desafíos especiales para las PYME

La complejidad y el dinamismo de los mercados modernos hacen más difícil que nunca que las PYME mantengan su posición competitiva. Debido a una limitación más estricta de su personal y sus recursos financieros, las PYMEs se enfrentan a unas condiciones de mercado modificadas. Las importantes mejoras de la eficiencia y la apertura del comercio mundial han provocado una saturación de los mercados, lo que ha permitido a los clientes elegir entre una amplia variedad de productos y servicios y establecer criterios más estrictos, por ejemplo en términos de calidad, precio, sostenibilidad e individualidad. Además, el fácil acceso a la información en Internet permite a los clientes potenciales comparar diferentes proveedores de todo el mundo con sólo unos pocos clics.

La capacidad de desarrollar nuevos productos y la mejora continua de sus procesos se consideran factores cruciales para el éxito de las PYMES, a fin de mantener su posición en una competencia internacional. Una mirada a la realidad muestra que las tecnologías y los procedimientos actuales a menudo no son capaces de responder a los nuevos desafíos a los que se enfrentan las empresas.

Todo el proceso de desarrollo, desde la formulación de una primera idea de producto, pasando por la fabricación y prueba de diferentes prototipos, hasta la producción en serie, es a menudo mucho más lento y costoso de lo que se había previsto originalmente. Además, el deseo de disponer de más productos individuales obliga a muchas empresas a desarrollar aún más variantes de productos (Mollemeier, 1997, p. 23), lo que supone una carga adicional para sus limitados recursos. Como consecuencia, las oportunidades de negocio se aprovechan demasiado tarde, si es que alguna vez se aprovechan. En cuanto a los procesos de producción, las fluctuaciones de la demanda y el creciente número de variantes de productos plantean grandes desafíos a las empresas. En particular, las PYME que participan en cadenas de suministro más grandes necesitan ser capaces de implementar cambios a corto plazo en su programa de producción, si quieren seguir formando parte de la cadena de suministro de forma permanente, ya que la capacidad de entrega y la programación son criterios de selección clave para muchos clientes. Pero los procesos de producción inflexibles y el lento intercambio de información a menudo provocan retrasos en la producción y costes adicionales (Roth, 2016a, p. 13). Para un número cada vez mayor de empresas, se plantea la cuestión de cómo pueden hacer frente a los distintos retos de los mercados modernos. Muchas PYMEs de países con mayores costos de mano de obra deslocalizan parte de su producción a países con salarios bajos para reducir parte de sus costos y poder ofrecer sus productos a un precio tan bajo como el de otros competidores (Gleich, 2015, p. 22). Sin embargo, a largo plazo, una simple deslocalización no puede resolver la mayoría de los problemas: las tecnologías y los procesos siguen siendo demasiado inflexibles y lentos para hacer frente a los competidores internacionales. Numerosos economistas creen que una cuarta revolución industrial, a menudo denominada Industria 4.0, es la respuesta a los desafíos de los mercados modernos. I4.0 describe la transformación digital de las industrias manufactureras con el objetivo de hacer que las empresas sean más flexibles y eficientes, de modo que incluso los tamaños de lote más pequeños puedan ser producidos económicamente, y las empresas puedan ajustar su programa de producción en un tiempo mínimo (Roth, 2016a, p. 5). Según numerosos autores, la I4.0 no sólo tiene el potencial de mejorar los procesos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, sino que también abre nuevos potenciales de negocio. Las PYMEs son particularmente adecuadas para desarrollar e implementar ideas en términos de I4.0, ya que a menudo se caracterizan por tener procesos de toma de decisiones más cortas, una mayor participación de los empleados y una mayor capacidad de innovación en comparación con las empresas más grandes (Schneider, 2016, p. 254). Aunque la introducción de la I4.0 se considera una necesidad para que las empresas manufactureras sobrevivan en mercados complejos y turbulentos en el futuro, una encuesta con más de 500 tomadores de decisiones en la industria manufacturera revela que alrededor del 71% de las empresas aún no tienen una estrategia I4.0 (Bauer & Horváth, 2015, p. 69).

2.3.1. Objetivo de las presentes Directrices

Este manual: El **"Modelo y Guía de Cooperación Empresarial de la Universidad SMeART"** (abreviado: Guía) tiene como objetivo:

- Apoyar a las PYMEs europeas en el proceso de empleo de la Ingeniería y la Industria Inteligentes,
- Introducir la idea general y los detalles técnicos de la Ingeniería Inteligente en relación con la Industria 4.0 a las universidades y las PYMEs.
- Proporcionar una explicación y descripción de los estándares cuantitativos y cualitativos en el campo de la Ingeniería Inteligente.
- Incluir requisitos pedagógicos, organizativos y operativos para implementar con éxito la cooperación entre los IES y las empresas.
- Apoyar a las IES para que preparen e implementen mejores actividades de cooperación, consultoría y aprendizaje con las PYME para mejorar sus estándares de Ingeniería Inteligente.

Los grupos objetivo de este manual son

- las PYMEs europeas en general y los socios de proyectos asociados en particular
- Socios del proyecto SMEaRT para sacar provecho de los resultados del proyecto.

Estas directrices han sido elaboradas en el marco del proyecto ERASMUS+ "SMeART - Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to meet the challenges of Smart Engineering". El proyecto está financiado por la Unión

Europea. El documento se basa en las contribuciones de los socios del proyecto de Austria, Bélgica, Alemania, Italia, los Países Bajos, España y Eslovenia y fue elaborado por la Universidad de Ciencias Aplicadas (FHM) de Bielefeld, Alemania.

En resumen, el objetivo general de estas directrices es la provisión de varios consejos y recomendaciones de apoyo para promover la adopción de Industry 4.0 / Smart Engineering para las PYME.

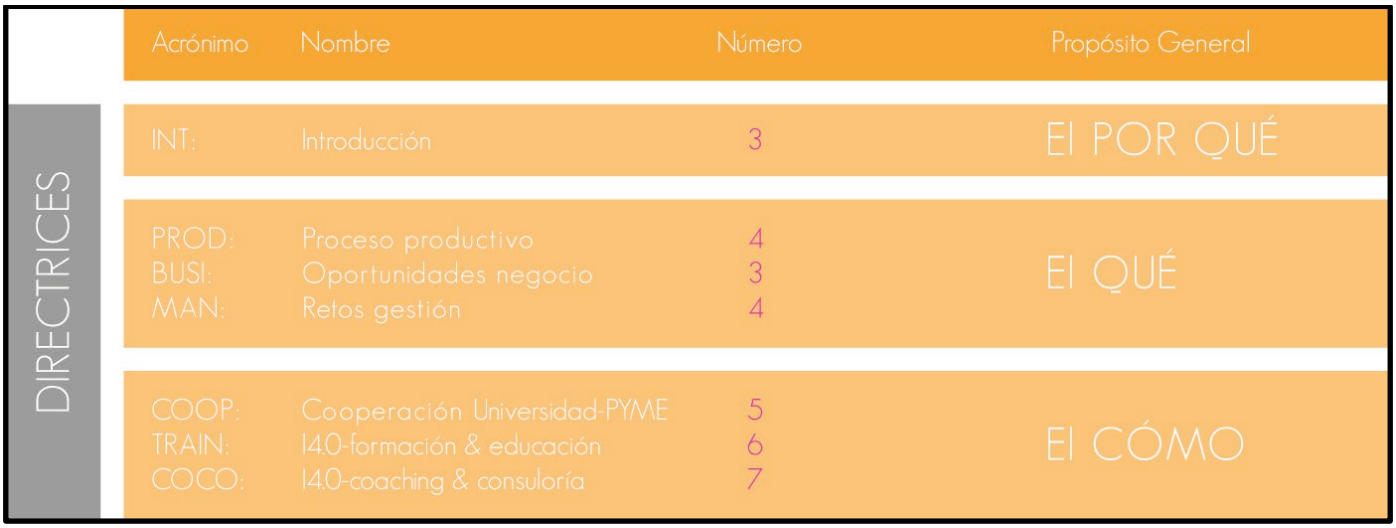


Fig. 1.4: Secciones de las directrices de SMeART

La figura 1.4. muestra los nombres y acrónimos y los números de las presentes secciones de las directrices en relación con su propósito general. Las secciones siguen una determinada estructura regular del conocido ciclo de vida del producto (véase la figura 1.5). PROD, BUSI, MAN, COOP, TRAIN y COCO son las siglas de las secciones. Las secciones de la guía están relacionadas con al menos una etapa del ciclo de vida. Por supuesto, algunas secciones están relacionadas con más de una etapa del ciclo de vida. Para aclarar este enfoque, en la sección 2.6 se explicaran algunos ejemplos de aplicación detallados a lo largo del ciclo de vida.

Subdividimos las secciones en tres superconceptos: "El por qué","El qué" y"El cómo". El **"por qué"** se refiere a la introducción, explicación de términos importantes y una explicación del estado del arte y de la situación de motivación resultante para empresas medianas. Con el fin de motivar a las partes interesadas, estamos enviando una "Llamada de atención". El **"qué"** se refiere a las directrices reales para el apoyo a las PYMEs. Aquí, el lector encuentra los tres capítulos de contenido que arrojarán luz sobre la producción, la gestión y las oportunidades de negocio para las empresas. El **"cómo"** se refiere a los capítulos de nuestras directrices que tratan de la consultoría y la formación. En particular, aquí encontramos capítulos que analizan la cooperación entre universidades y empresas y asesoran en este sentido. Estos capítulos tratan de las cuestiones importantes sobre la formación y perfeccionamiento de los empleados para una introducción exitosa de la Ingeniería Inteligente. Y finalmente, encontramos una descripción detallada de los requisitos para la Industria 4.0 especial - consultoría, incluyendo sugerencias para su exitosa implementación en la empresa.

2.4. Conceptos para alcanzar los objetivos

2.4.1. Ciclo de vida del producto SMaRT

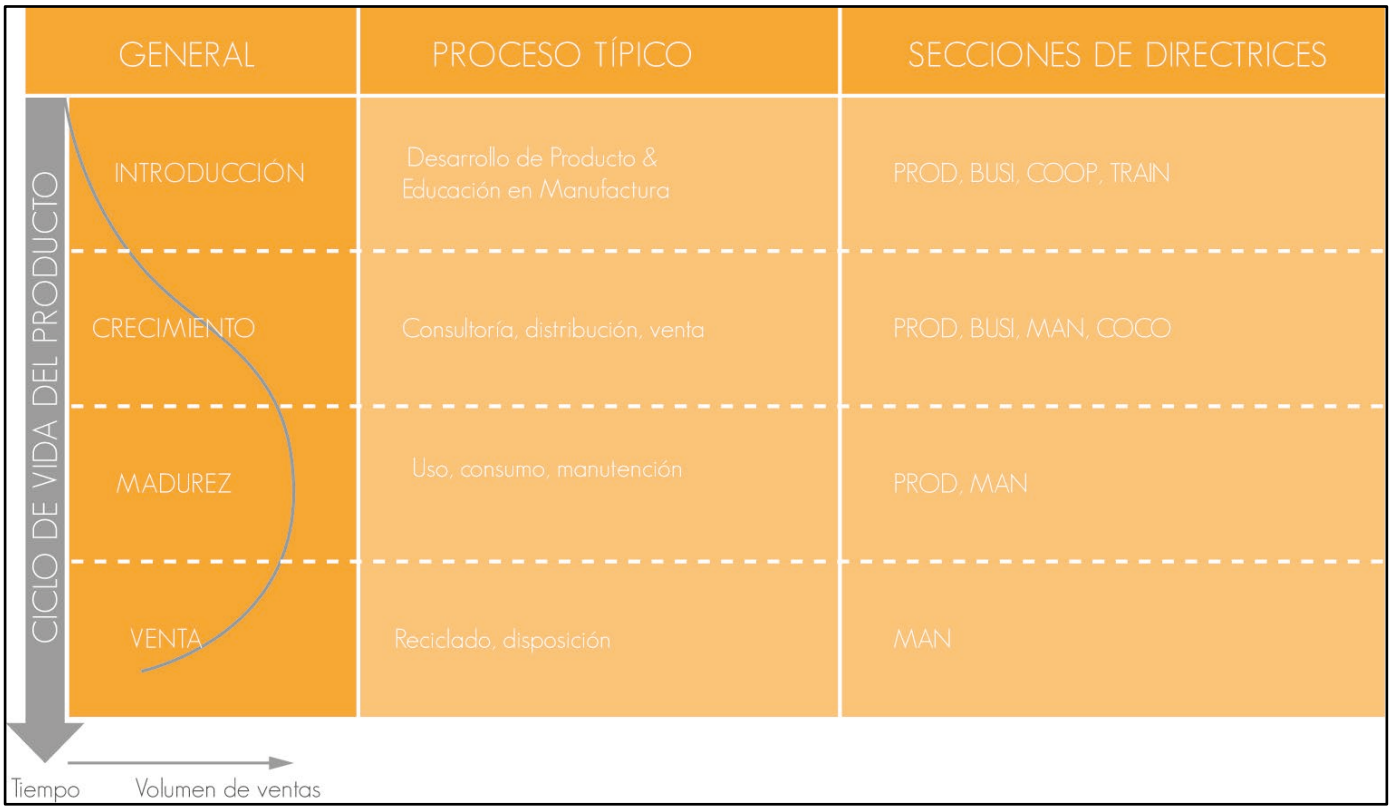


Fig. 1.5: El ciclo de vida del producto SMeART: Relación entre el ciclo de vida general del producto, los procesos típicos y las secciones relacionadas de estas directrices; para los acrónimos, véase la figura 1.4.

Las presentes secciones de la guía tienen por objeto proporcionar una mejor comprensión de los conceptos de la ingeniería inteligente y los ejemplos de aplicación a lo largo del ciclo de vida del producto. La ingeniería inteligente y la I4.0 tienen la capacidad de mejorar las características de los productos, así como de optimizar los procesos de producción, y por lo tanto contienen opciones para aumentar la rentabilidad y la competitividad de las PYMEs manufactureras. Los ejemplos proporcionados con estas directrices representan sólo una pequeña fracción de las aplicaciones posibles - una multitud de tecnologías permite soluciones completamente nuevas e individuales para el futuro. Por lo tanto, las PYMEs se enfrentan a la tarea de identificar los factores decisivos de su competitividad. Las PYMEs también tienen que optimizar los factores mediante la implementación de conceptos y tecnologías relacionadas con la I4.0.

Con estas directrices de SMeART, los conceptos, procesos y tecnologías relacionados con la Ingeniería Inteligente que se requieren para una implementación exitosa de la Industria 4.0 dentro de las PYMEs, se presentan en dos niveles vinculados: por un lado, en el nivel del ciclo de vida anterior (ver fig. 1.5). Por otro lado, los conceptos, procesos y tecnologías necesarios son proporcionados por el modelo de coaching y colaboración de SMeART que se introducirá posteriormente.

2.4.2. Modelo de Coaching y Colaboración SMeART

El Modelo de Coaching y Colaboración de SMeART apoya un proceso general de apoyo a las PYMEs en su camino hacia la digitalización. Al mismo tiempo, el modelo proporciona una estructura clara de herramientas y medidas que proporciona el proyecto SMeART. Además, el modelo proporciona vínculos y relaciones entre las herramientas, las etapas de entrenamiento y las secciones de estas directrices. El Modelo de Coaching y Colaboración de SMeART se basa en el marco estratégico de SMeART. Además, los instrumentos del ToolBox de SMeART que se

proporcionan con el modelo se relacionan con diferentes etapas de diversos procesos de coaching y consultoría. Estas herramientas y su relación con el marco se explican en la sección 2.6.4. de las presentes Directrices.

La estructura general de dicho modelo se muestra en la figura 1.6. La mitad superior de la figura muestra el marco estratégico de SMeART. Con el fin de estructurar de forma más comprensible varios procesos y métodos de la Industria 4.0, se desarrolló este marco específico y, en consecuencia, se adoptó con fines de consultoría y coaching.

En detalle, el marco estratégico de SMeART se presenta y describe en la sección 2.6.3 de estas directrices. En el gráfico 1.6 se muestran los elementos más importantes del marco estratégico de SMeART para una explicación introductoria del modelo de coaching y colaboración de SMeART. Este modelo se explicará brevemente: El marco utiliza el modelo de negocio de una empresa como punto de partida para desarrollar estrategias Smart Engineering/Industria 4.0 y deducir los pasos y medidas siguientes. En la fig. 1.6, debajo de la estructura, se puede ver una lista de etapas. Estas etapas son al mismo tiempo etapas marco y etapas de coaching de SMeART:

- Etapa A = Iniciación (para las herramientas, véase el apartado 2.6.4.1)
- Etapa B = Madurez (para las herramientas, véase el apartado 2.6.4.2)
- Etapa C = Recursos (para las herramientas, véase el apartado 2.6.4.4)
- Etapa D = Potencialidades
- Etapa E = Gestión del cambio (para las herramientas, véase el apartado 2.6.4.5)
- Etapa F = Implementación (para las herramientas ver sección 2.6.4.6)

Estas directrices proporcionan laToolBox de SMEart. Estas herramientas se asignan a las etapas anteriores. Para más información sobre su adaptación, véase el apartado 2.6.4. de las presentes Directrices.

La etapa A, la etapa de iniciación, consiste en especificar un modelo de negocio de la empresa y comprender cómo se generan exactamente los beneficios. Para entender cómo abordar la idea de la I4.0, estamos recomendando la adopción de modelos de madurez. Los modelos de madurez son instrumentos para evaluar los niveles actuales de desarrollo en relación a un objetivo específico (Mettler & Rohner, 2009). En términos de ingeniería inteligente, los modelos de madurez pueden ayudar a reducir la complejidad investigando la situación inicial de una empresa (cf. Schumacher, Erol, & Sihn, 2016). Además, una evaluación de la madurez puede apoyar las estimaciones exactas del esfuerzo. Por lo tanto, evaluar el nivel de madurez de la empresa en términos de I4.0 es el paso siguiente (**etapa B**) en el marco propuesto (ver fig. 1.7). Dentro del proyecto SMeART se desarrolló una herramienta específica: la herramienta de Prueba de Esfuerzo SMeART. Esta herramienta se basa en la matriz de madurez específica MOSE. La herramienta está disponible para estimar la madurez de las PYMEs en cuanto a su progreso en la introducción de la Ingeniería Inteligente.

Los escenarios y supuestos sobre las potenciales oportunidades de negocio de la Industria 4.0 se asignan a las **etapas C** (recursos) y **D** (potenciales) del marco estratégico de SMeART. El modelo de negocio inicial (desde la **fase A**) sirve de orientación para detectar las debilidades de negocio existentes en la actualidad. Tales debilidades pueden ser: insuficiente servicio al cliente o procesos de producción lentos. La **etapa A** también ayuda a determinar los factores de éxito que tienen un impacto en el fortalecimiento de la posición competitiva en el futuro. El enfoque del modelo de negocio apoya una visión holística. No se centra en tecnologías o productos individuales. Las principales preguntas a responder serían: ¿Cómo va a competir con éxito la mediana empresa con otras empresas en un futuro próximo? ¿Puede una mayor variedad de productos crear valor adicional para los clientes actuales y, al mismo tiempo, atraer a nuevos clientes? ¿Es la fiabilidad de las entregas un factor de éxito para una empresa que quiere mejorar en el futuro?

El objetivo de las secciones 2, 3 y 4 de la directriz es proporcionar información, inspiración y orientación a las PYMEs para que formulen y especifiquen sus ambiciones y potencialidades a este respecto.

Al mismo tiempo, las empresas deben empezar a obtener los recursos tangibles (véase el gráfico 1.6) que se necesitan para llevar a cabo sus ideas. Al principio, necesitan estimar el esfuerzo necesario para implementar ideas innovadoras. Pero las ideas que resultan ser demasiado arriesgadas o costosas deben ser personalizadas o descartadas. Aquí el objetivo es encontrar un conjunto de nuevas actividades, procesos o tecnologías, que sean capaces de crear valor sostenible. El valor puede lograrse con determinados medios o, en otras palabras, mediante

la formulación de una estrategia viable. Las fases de definición, planificación e implementación de la estrategia se funden entre sí. Aunque no se planifiquen todos los detalles de la estrategia de una empresa, la preparación inicial para la implementación, como la formación de los empleados, puede que ya haya comenzado. El marco estratégico de SMeART propone integrar la gestión del cambio (ver sección 2.6.4.5) en el proceso de desarrollo e implementación de la estrategia. El cambio corporativo fracasa frecuentemente por diferentes razones: La falta de transparencia en los procesos de toma de decisiones dificulta que los empleados comprendan la urgencia del cambio o la utilidad de las medidas individuales. Las consideraciones y los planes se transmiten sólo en parte entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización, por lo que surgen la incertidumbre, la frustración o incluso el miedo. Como resultado, los empleados sólo se comprometerán a medias en el proceso de cambio y disminuirán el éxito (cf. Nicolai, 2017 p.288). En general, la Gestión del Cambio intenta controlar e implementar el cambio, particularmente con enfoque en los seres humanos, que de alguna manera se ven afectados por los procesos de cambio (cf. Lauer, 2014 p.7 y ss.). Numerosos autores y publicaciones enfatizan que el cambio exitoso sólo puede tener lugar si los empleados están dispuestos a implementar el cambio. Sin convicción interna, los empleados sólo trabajarán para gobernar.

Basándose en este enfoque estructurado, los autores están convencidos de que los procesos de decisión basados en la ingeniería inteligente pueden diseñarse de forma más transparente y comprensible para las organizaciones. El uso de modelos de negocio permite una visión holística de las debilidades y fortalezas y puede ayudar a reconocer potenciales futuros en todas las divisiones de negocio. La siguiente sección presenta un conjunto de métodos que pueden aplicarse en cada etapa.

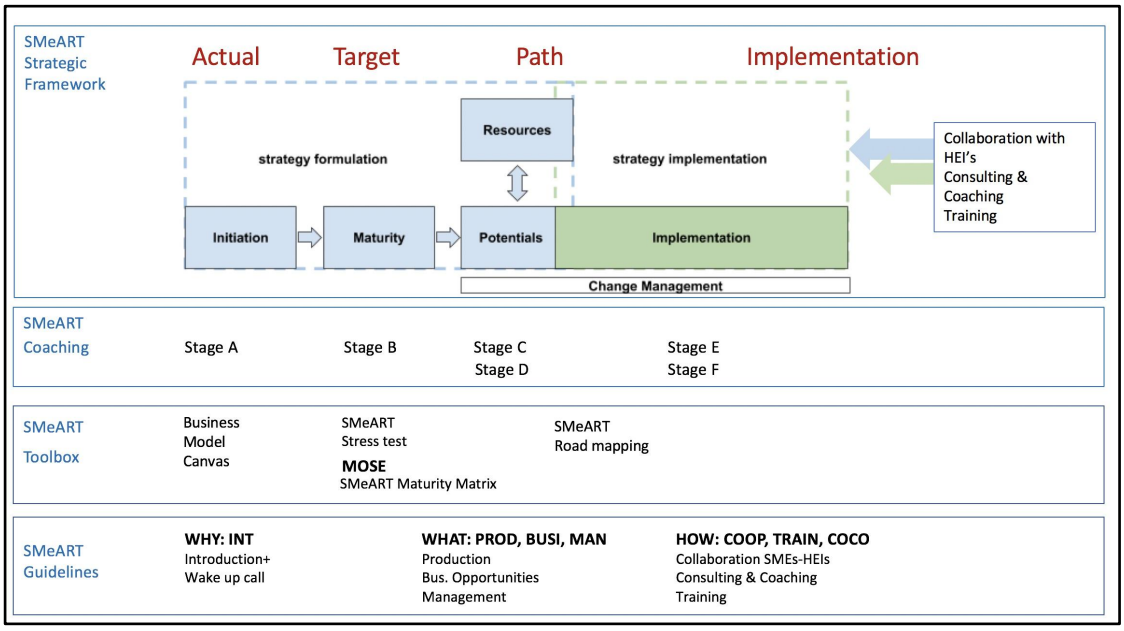


Fig. 1.6: El modelo de coaching y colaboración de SMeART

3. Producción

Autor: Martin Westbomke

3.1. Introducción

Los mercados digitales modernos se caracterizan por una alta complejidad, lo que dificulta a las empresas mantener su posición competitiva durante un período de tiempo más largo. Los clientes potenciales pueden elegir entre una amplia gama de productos y servicios de proveedores que actúan en todo el mundo, por lo que los requisitos en

términos de calidad, precio y disponibilidad van en aumento (cf. Becker et al., 2004 p.393) (cf. Grundig, 2018 p.13). Las empresas de todos los tamaños se enfrentan al reto de aumentar los requisitos del mercado a lo largo del ciclo de vida de sus productos y servicios. Según diversas publicaciones científicas, la Industria 4.0 incluye la capacidad de resolver la mayoría de las dificultades conocidas y existentes en áreas relevantes y podría añadir valor sostenible a los negocios actuales. Debido a la variedad de nuevas terminologías emergentes, puede ser difícil abordar el tema de la I4.0. Las visiones, las ideas y las tecnologías se mencionan a menudo conjuntamente y pueden causar confusión. Dado que es tan difícil proporcionar una definición clara y definitiva de la I4.0, muchas empresas no pueden imaginar cómo podría contribuir la I4.0 a su proceso de creación de valor. Algunas visiones parecen demasiado futuristas y, por lo tanto, tienen el potencial de desanimar a las empresas en lugar de inspirarlas.

El objetivo de esta sección es proporcionar orientación a las pequeñas y medianas empresas durante el proceso de implementación de la I4.0. Aunque esta sección se centra en las empresas de fabricación, incluidos sus procesos de producción, el marco propuesto posteriormente apoya la detección e implementación de potenciales generales a lo largo de todos los procesos del ciclo de vida del producto.

3.2. Retos actuales a lo largo del ciclo de vida del producto

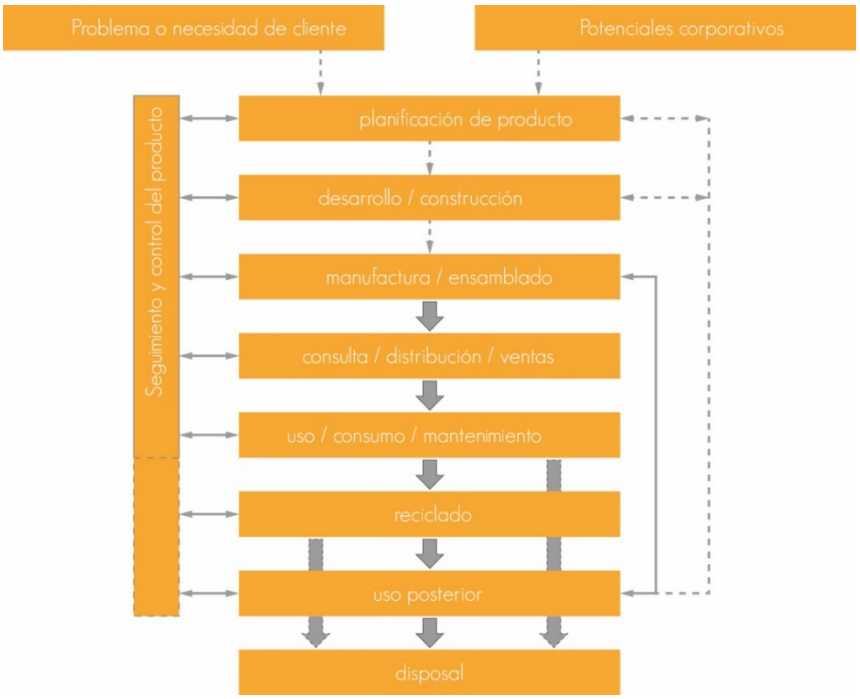


Fig. 2.1 Ciclo de vida de los productos

El punto de partida de cada novedad en un producto es una idea que surge de las necesidades, problemas o tendencias y desarrollos en un mercado o segmento de clientes específico (cf. Grote et al., 2014 p.1). Debido a la gran variedad de empresas que ofrecen productos similares, hoy en día entender y satisfacer las demandas de los clientes mediante una adaptación flexible de los requisitos, productos y procesos es visto como uno de los elementos clave para el éxito económico (cf. Becker et al., 2004 p.393). Por lo tanto, el primer gran desafío para las empresas manufactureras es reconocer o anticipar mejor los deseos de sus clientes y reaccionar ante estas demandas en un corto período de tiempo (ver capítulo 3).

En el camino desde una primera idea a un producto específico, las empresas necesitan realizar diferentes actividades como pruebas de viabilidad, estudios de diseño y la fabricación y prueba de diferentes prototipos (cf. Cooper, 1980 p.27 y ss.). A pesar de que en el pasado se han introducido diversas técnicas de planificación y

estimación de proyectos, muchos procesos de desarrollo de productos consumen aún más tiempo y son más caros de lo esperado y planificados originalmente (cf. Meier, 2011 p. 11). En consecuencia, muchas empresas no son capaces de responder a las demandas de los clientes con la rapidez esperada y necesaria.

Una vez desarrollado el producto y finalizados los preparativos de fabricación, como la reprogramación de las máquinas o el reciclaje de los empleados de producción (véase el apartado 4), se inicia el proceso de fabricación. En esta etapa, se debe procesar y transformar un conjunto de factores de entrada, como las materias primas o la información. La dificultad de esta etapa es asegurarse de que los procesos de fabricación y montaje se desarrollen sin problemas. Cada incidente inesperado, como un fallo de producción o una avería de la máquina, genera costes adicionales. Las opciones de una monitorización en tiempo real son limitadas en las tecnologías estándar de hoy en día, de modo que los procesos o productos que no son óptimos se descubren con retraso. A pesar de la dificultad de controlar y mejorar la calidad de los procesos y productos en tiempo real, la creciente diversidad de variaciones y las demandas fluctuantes conducen a una mayor complejidad y requieren procesos de producción flexibles, que pueden personalizarse con poco esfuerzo (véase Vogel-Heuser, Bauernhansl, & ten Hompel, 2016a p.14f.).

En general, los sistemas de producción actuales a menudo no son capaces de satisfacer los requisitos de los mercados modernos (véase el capítulo 2). Aunque esta tendencia se puede observar en casi todos los sectores de actividad, las siguientes etapas se caracterizan por una mayor exigencia en cuanto a la calidad del servicio. Hoy en día, el servicio al cliente de alta calidad (ver capítulo 3) es visto como una de las influencias clave para la satisfacción del cliente y, por lo tanto, indispensable para obtener ventajas competitivas sostenibles (Shemwell, Yavas y Bilgin, 1998). La comercialización, las ventas y la distribución caracterizan la transferencia de un producto o servicio a los clientes (capítulo 3). Específicamente, una alta calidad logística puede ser vista como uno de los elementos clave del servicio para la satisfacción del cliente. El reto para cada empresa en esta etapa es crear procesos logísticos flexibles, capaces de asegurar una entrega rápida y oportuna a un costo moderado. Durante el uso o el consumo, la prestación de servicios de mantenimiento y reparación puede conducir a una mayor durabilidad de los productos en esta fase y, por lo tanto, también puede influir positivamente en la satisfacción del cliente (véase Grote et al., 2014 p.1).

Debido al aumento de los requisitos legales y a una mayor conciencia medioambiental, el reciclaje de productos se ha convertido en una prioridad para las empresas y sus clientes. La reciclabilidad de los productos no sólo ofrece oportunidades para las generaciones futuras (capítulo 3), sino que al mismo tiempo puede ser un factor influyente en el proceso de compra y mejorar la imagen corporativa (cf. Nnorom & Osibanjo, 2008 p.844). Los productos que pueden ser reciclados pasan por el ciclo de vida por segunda vez, mientras que los productos que no pueden ser reutilizados son eliminados (cf. Grote et al., 2014 p.1).

En general, las empresas inteligentes se enfrentan a numerosos retos a lo largo del ciclo de vida (véase la figura 2.1) de un producto o servicio: Las exigencias en términos de tiempo, precio, calidad, sostenibilidad y servicio han aumentado en los últimos años. Además, las fluctuaciones de la demanda y la preferencia por productos individualizados requieren una gran flexibilidad y capacidad de respuesta de los procesos a lo largo de toda la cadena de suministro que no pueden realizarse con los sistemas de producción actuales. Estas deficiencias y dificultades de los sistemas de producción son el punto de partida de la Industria 4.0. En la literatura científica, la introducción de la I4.0 no se discute como una posibilidad para manejar todos estos desafíos, sino que más bien se considera un requisito obligatorio para las empresas manufactureras con el fin de asegurar su supervivencia económica (cf. Roth, 2016a p.13 y ss.).

3.3. Definición de Industria 4.0

El término "Industria 4.0" fue mencionado por primera vez en la feria de Hannover en 2011 para describir el desarrollo de la industria manufacturera hacia una cuarta revolución industrial (cf. Bousonville, 2016, p. 3 y siguientes). A pesar del uso generalizado del término en los países de habla alemana, hasta la fecha no existe una definición universal del término (cf. Hermann, Pentek y Otto, 2016b, p. 3928). Con frecuencia, I4.0 se describe como la transformación digital de las industrias manufactureras (cf. Roth, 2016b, p. 5), aunque hasta la fecha, el término "transformación digital" en sí mismo no tiene una definición unificada (cf. Schallmo, 2016, p. 3) y, por lo tanto, no es

adecuado para aclarar el significado de I4.0. En el Cuadro 2 se muestra una selección de definiciones más completas.

Fuente	Definición
(cf. Roth, 2016b, p. 5 y ss.)	Industria 4.0 comprende la conexión en red de todos los actores humanos y mecánicos a lo largo de toda la cadena de creación de valor, así como la digitalización y el análisis en tiempo real de toda la información relevante para este fin, con el objetivo de hacer que los procesos de creación de valor sean más transparentes y eficientes con el fin de optimizar el beneficio para el cliente.
(cf. Bauer & Horváth, 2015, p. 515)	Industria 4.0 se refiere a la conexión en red en tiempo real, inteligente, vertical y horizontal de personas, máquinas y equipos y objetos para la gestión dinámica de sistemas complejos.
(cf. Hermann et al., 2016b, p. 3929)	"Habilitada a través de la comunicación entre personas, máquinas y recursos, la cuarta revolución industrial se caracteriza por un cambio de paradigma de procesos de producción controlados centralmente a descentralizados. Los productos inteligentes conocen su historia de producción, su estado actual y objetivo, y se guían activamente a través del proceso de producción instruyendo a las máquinas para que realicen las tareas de fabricación requeridas y ordenando transportadores para su transporte a la siguiente etapa de producción".

Tabla 1: Definiciones seleccionadas del término "Industria 4.0".

Según Roth, el término "Industria 4.0" significa la conexión en red de todos los seres humanos y máquinas a lo largo de toda la cadena de valor (cf. Roth, 2016b, p. 5 y ss.). Una cadena de valor puede definirse como la suma de todos los procesos que crean valor para los clientes. Desde la extracción de las materias primas y su transformación, hasta la entrega y utilización del producto final (cf. Porter, 1985, p. 50 y ss.). A través de esas redes, la información pertinente se reúne, digitaliza, comparte entre los diferentes agentes y se procesa en tiempo real. Debido a la globalización, los proveedores y clientes de las empresas manufactureras pueden extenderse por todo el mundo, lo que dificulta el intercambio de información relevante, como los cambios a corto plazo en la demanda (cf. Li & Lin, 2006, p. 1641 y ss.). Al crear estas redes interorganizacionales, las empresas pueden aumentar la eficiencia y la transparencia de sus procesos y crear un mayor valor para el cliente (cf. Roth, 2016b, p. 5 y ss.).

Bauer complementa esta definición añadiendo que I4.0 no sólo incluye la conexión en red de seres humanos y máquinas vertical y horizontalmente a lo largo de la cadena de valor, sino también de objetos tales como materiales o piezas de trabajo, que también tienen la capacidad de recopilar, digitalizar, compartir y procesar información. Además, lo describe como una red inteligente entre los diferentes actores. El término inteligente en este contexto sugiere que las máquinas y los objetos reciben un cierto grado de inteligencia que les permite evaluar la información y tomar decisiones de forma autónoma basándose en los datos entrantes. Según esta definición, el ser humano ya no es la única instancia central que debe gestionar procesos dinámicos y complejos. En su lugar, los objetos y máquinas inteligentes apoyan a los seres humanos, ya sea preparando información relevante en tiempo real como

base para la toma de decisiones y sugiriendo potenciales de optimización, o bien gestionando y optimizando los procesos de forma autónoma. Este cambio de paradigma del control centralizado al descentralizado y la coordinación de procesos también se aborda en la definición propuesta por Hermann et al. Esta definición ilustra la cuarta revolución industrial con el ejemplo de un producto inteligente, que busca su propio camino a través de la producción. Habida cuenta, en particular, de los recursos limitados de las PYMEs y de las posibilidades técnicas actuales, todas las definiciones llevan inevitablemente a la pregunta de si es factible o incluso útil la conexión en red de todos los agentes, máquinas y objetos a lo largo de toda la cadena de suministro. Desde un punto de vista económico, las empresas deben identificar los factores competitivos vitales y mejorarlos mediante el uso de la I4.0.

Por lo tanto, se propone la siguiente definición del término "Industria 4.0:
La industria 4.0 describe la interconexión inteligente y orientada a objetivos de seres humanos, máquinas y objetos a través de la recopilación, digitación, intercambio y evaluación en tiempo real de información relevante a lo largo de la cadena de valor para permitir la coordinación y el control descentralizados de los procesos.

La conexión en red de los actores geográficamente distribuidos a lo largo de la cadena de valor y el acceso en tiempo real a la información relevante permiten una colaboración eficiente y flexible, capaz de satisfacer mejor las demandas de mercados dinámicos y complejos, y que tiene el poder de cambiar todo el proceso, desde el desarrollo del producto hasta la fabricación, pasando por el uso del producto por parte del cliente hasta su eliminación final:

- Ingeniería Inteligente describe procesos de desarrollo de productos innovadores e interdisciplinarios. Los prototipos virtuales de productos y el intercambio de información relevante en tiempo real permiten que diferentes expertos de la empresa, como diseñadores de productos, ingenieros mecánicos y representantes de ventas, así como proveedores o clientes, desarrollen productos conjuntamente (cf. Anderl, Eigner, Sendler, & Stark, 2012).
- En términos de producción, las tecnologías inflexibles serán reemplazadas por sistemas de producción descentralizados, autónomos, llamados inteligentes, capaces de organizar y optimizar los procesos a lo largo de la cadena de valor (véase la figura 2.1.) (véase Vogel-Heuser, Bauernhansl, & ten Hompel, 2016b p.15 y ss.).
- Los clientes se benefician de productos inteligentes que tienen capacidades completamente nuevas y, por lo tanto, ofrecen un mayor beneficio al cliente (véase la Fig. XX: Capacidades de los productos inteligentes (véase Eibl und Gaedke 2017, p.2081)).

En última instancia, la Industria 4.0 se esfuerza por alcanzar un grado de flexibilidad que permita la producción de productos individuales a costa de la producción en masa y permita ajustes y optimización en tiempo real de procesos y productos (véase Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014a p.239 y ss.).

En la literatura técnica, la Industria 4.0 se describe a menudo como la cuarta revolución industrial que llevará a una transformación digital de las industrias de producción. Más concretamente, puede definirse como la conexión en red de todos los actores humanos y mecánicos a lo largo de toda la cadena de valor, en combinación con la digitalización y la evaluación en tiempo real de la información relevante.

El objetivo general de la Industria 4.0 es lograr una mayor transparencia y eficiencia de todos los procesos (cf. Roth, 2016a p.5 y ss.). En términos de producción, las tecnologías menos flexibles serán sustituidas por sistemas de producción descentralizados, autónomos, llamados inteligentes, capaces de organizar y optimizar los procesos a lo largo de la cadena de valor (véase la figura 2.1.) (véase Vogel-Heuser et al., 2016a p.15 y ss.). En última instancia, la Industria 4.0 se esfuerza por alcanzar un grado de flexibilidad que permita la producción de productos individuales a costa de la producción en masa y permita ajustes y optimización en tiempo real de procesos y productos (cf. Lasi, Fettke, Kemper, Feld, & Hoffmann, 2014b p.239 y ss.).

Por lo que respecta a las PYMEs, el objetivo de la Industria 4.0 debe ser una selección selectiva de tecnologías y principios. La I 4.0 puede ser implementada con recursos disponibles y tiene la capacidad de mantener y fortalecer la posición competitiva. Para hacer más claro el concepto de la I4.0, la siguiente sección pretende presentar sus principales visiones y tecnologías clave.

3.4. Teoría y práctica de la producción en la Industria 4.0

Debido a la gran cantidad de terminologías emergentes, las empresas pueden sentirse abrumadas al abordar el tema de la I4.0. Esta sección proporcionará una visión general de los conceptos clave de laI4.0, las tecnologías subyacentes y las posibles aplicaciones.

Una de las visiones centrales de la Industria 4.0 es la fusión del mundo físico y virtual, que puede ser realizada por los llamados **Sistemas Ciber físicos** (CPS). Los CPS describen la idea de fusionar objetos cibernéticos y físicos para formar una entidad colaboradora e interactiva. Los objetos físicos se refieren a cualquier elemento natural o hecho por el hombre, como materias primas, dispositivos técnicos, edificios, procesos de gestión o logísticos. Los objetos cibernéticos describen cualquier componente de software o hardware (Geisberger & Broy, 2012a). Hermann et al... distinguen tres generaciones de CPS, dependiendo de sus características técnicas y capacidades, como se muestra en la tabla 2. La forma más simple de CPS está equipada con tecnologías de identificación que permiten la identificación autónoma (Auto-ID) y el seguimiento de objetos físicos (cf. Hermann et al., 2016b, p. 9). Debido a sus costes relativamente bajos y su fácil aplicación, los códigos de barras son el sistema de identificación automática más común. La mayor desventaja de este sistema reside en el hecho de que las etiquetas de código de barras deben ser visibles, limpias e intactas para que el escáner láser pueda leer la etiqueta y, por lo tanto, no son adecuadas para todas las aplicaciones y a menudo están vinculadas a costes de personal más elevados, ya que los empleados deben escanear los objetos manualmente (véase Kern, 2006, p. 16 y ss.). En términos de laI4.0, en particular la identificación por radiofrecuencia (RFID) se considera una tecnología clave de identificación automática. Un sistema RFID consiste en un chip, también llamado etiqueta RFID, y un lector. La etiqueta RFID se coloca en el objeto a identificar. El lector suele ser estacionario. Como su nombre indica, la comunicación entre las etiquetas RFID y los lectores tiene lugar a través de la transmisión por radio (cf. Kern, 2006, p. 33). En comparación con otras tecnologías de identificación, como los códigos de barras, los sistemas RFID no necesitan contacto visual y pueden identificar varios objetos simultáneamente (reconocimiento masivo). Además, las etiquetas RFID son resistentes al calor, al polvo y al agua (Strassner, 2005).

Sistema ciberfísico		
1ª generación	2ª generación	3ª generación
● equipados con tecnologías de identificación ● Incapaz de interferir directamente con el medio ambiente	● Equipado con sensores y actuadores ● Puede interferir directamente con el medio ambiente hasta cierto punto	● Equipado con varios sensores y actuadores ● Capaz de almacenar, analizar y compartir datos a través de redes

Tabla 2: Tres generaciones de CPS (cf. Hermann et al., 2016b)

Un ejemplo de aplicación es el uso de una puerta RFID en el área de entrada de mercancías para identificar automáticamente las mercancías. Dentro de la copia digital del almacén físico, el inventario puede actualizarse en tiempo real dentro de los costes marginales de cero (véase Reinhart, 2017, p. 508). Los CPS de primera generación pueden recoger y proporcionar información relevante y así crear una mayor transparencia, pero no pueden afectar directamente al entorno físico y no tienen inteligencia para optimizar los procesos. Por lo tanto, los CPS de segunda generación están equipados con sensores y actuadores adicionales con un rango limitado de funciones, que les permiten interferir activamente con su entorno. (cf. Bauernhansl et al. 2014, p.16).
La estructura básica de un CPS de segunda generación se muestra en la figura 2.2.

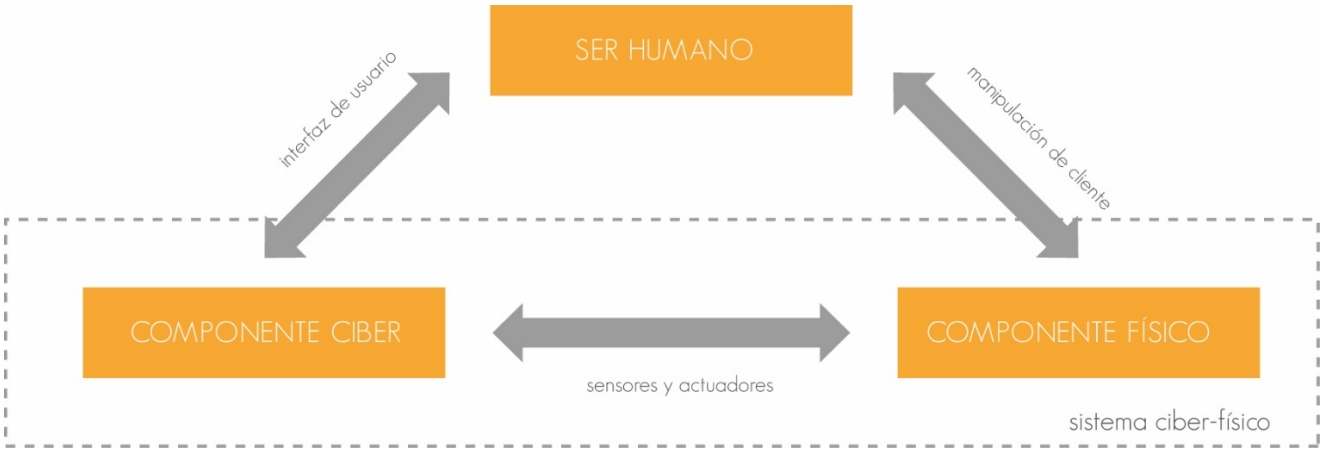


Figura 2.2: Representación propia del marco ciberfísico, basada en (cf. Bauernhansl, ten Hompel, & Vogel-Heuser, 2014, p. 525; Zamfirescu, Pârvu, Schlick, & Zühlke, 2013)

Los sensores y actuadores permiten a los CPS de la segunda generación recopilar información sobre su entorno y reaccionar ante los datos entrantes interfiriendo activamente en los procesos.

Los sensores integrados en objetos físicos pueden registrar estados químicos o físicos como la temperatura o la humedad y procesar la información en una señal digital. Por ejemplo, una pieza de trabajo puede detectar su posición actual mediante sensores GPS y una máquina puede registrar su propia temperatura mediante sensores de temperatura.
Los actuadores convierten señales digitales procedentes de sensores o comandos de operadores humanos en movimientos mecánicos o valores de salida físicos, como el movimiento de un brazo robótico o el ajuste de la temperatura de un horno industrial (véase Geisberger & Broy, 2012a, p. 138). Al conectar el mundo físico y el mundo virtual a través de sensores y actuadores, surgen un sinfín de posibilidades de aplicación, como almacenes que supervisan el inventario en tiempo real y reordenan las mercancías o máquinas de procesamiento, que pueden detectar y clasificar las piezas defectuosas de forma autónoma. Los seres humanos pueden monitorear los procesos o formar parte del CPS interfiriendo activamente con los componentes cibernéticos y físicos, por ejemplo, dentro de una colaboración entre humanos y robots. Para optimizar las interacciones entre los seres humanos y las máquinas, en lugar de teclados y monitores, los seres humanos necesitan la posibilidad de interactuar con las máquinas de forma más intuitiva, por ejemplo, mediante gestos o voz. En los últimos años se han desarrollado numerosas aplicaciones, como el módulo de control Kinect de Microsoft, que permiten un control eficiente e intuitivo (véase Geisberger & Broy, 2012a, p. 134). La mayor eficiencia y flexibilidad se consigue mediante un CPS inteligente y apto para redes de la tercera generación que consta de varios actuadores y sensores. Tienen la capacidad de comunicarse y colaborar con otros CPS y, por lo tanto, pueden controlar y mejorar los procesos de manera autónoma y descentralizada (cf. Bauernhansl et al., 2014, p. 17). Según Geisberger y Broy, los CPS de la tercera generación presentan los siguientes requisitos funcionales y tecnologías subyacentes:

Conciencia Física: Mientras que los CPS de la segunda generación sólo registran una parte limitada de su entorno, los CPS de la tercera generación necesitan la capacidad de percibir todo su entorno físico, incluida la información sobre todos los actores humanos y técnicos y su estado, como la posición exacta de una pieza de trabajo o el número de empleados en una línea de montaje. Esta capacidad puede describirse como conciencia física y se logra mediante diversos sensores y tecnologías de identificación automática (véase Geisberger & Broy, 2012b, p. 138). Para coordinar los procesos, los objetos equipados con sensores también deben ser capaces de comunicarse e interactuar entre sí, lo que puede realizarse con redes de sensores inalámbricas (WSN) (véase Song, Fink y Jeschke, 2017a, p. 29.250). La alineación de la información de los diferentes sensores es necesaria para recibir una figura holística y virtual de los procesos en curso.

Actuación (semiautónoma) planificada y anticipada: Los CPS necesitan la capacidad de actuar de forma parcial o totalmente autónoma para aumentar la flexibilidad del proceso. La capacidad de toma de decisiones autónoma

puede ser implementada a través de una evaluación de situación multicriterio, que permite a CPS analizar, interpretar y evaluar situaciones en tiempo real sobre la base de criterios previamente definidos. Para resolver esta tarea, la información sobre el entorno físico de un objeto se alinea con los modelos de dominio, que son capaces de modelar las interrelaciones y derivar posibles acciones. La situación real requiere la consideración de múltiples variables que interactúan entre sí: Todos los actores, tanto los objetos como los seres humanos, y su comportamiento así como sus interacciones deben ser considerados. Un concepto relacionado es la Inteligencia Artificial (IA) (cf. Geisberger & Broy, 2012a, p. 129 y ss.)). La IA se refiere a la capacidad de los objetos y máquinas "para llevar a cabo tareas que requerirían inteligencia si fueran llevadas a cabo por seres humanos" (Kumar, 2008, p. 6). Los objetos y máquinas mejorados de la IA son capaces de manejar situaciones nuevas y desconocidas, ya que constantemente acumulan conocimientos y son capaces de sacar conclusiones sobre las reacciones adecuadas. La IA ya se puede encontrar en varias aplicaciones: Los sistemas de vigilancia basados en cámaras pueden detectar y reportar situaciones peligrosas en lugares públicos. En el sector médico, las operaciones de alto riesgo pueden realizarse con brazos robóticos de alta precisión (cf. Dengel, 2011a, p. 391). Una cuestión problemática de la evaluación de una situación con criterios múltiples y de la IA es la evaluación de los objetivos contrarios. Un ejemplo drástico se puede encontrar en los vehículos autónomos, que podrían salvar la vida de sus pasajeros pero poner en peligro a los peatones al mismo tiempo. La industria, la política y la legislación se enfrentarán a los retos de encontrar respuestas a este tipo de cuestiones morales en el futuro (cf. Geisberger & Broy, 2012a, p. 130).

Cooperación y negociación: Para poder desplegar todo su potencial, los CPS necesitan la capacidad de cooperar y negociar con otros CPS. Las bases técnicas para la colaboración de diferentes CPS son los sistemas multiagente, en los que el término agente se refiere a los CPS autónomos (véase Geisberger & Broy, 2012a). Inicialmente, cada agente persigue sus propias metas y objetivos, tiene preferencias individuales y conocimientos previos específicos, lo que afecta a la forma en que un agente interactúa con su entorno (cf. Monostori, Váncza, & Kumara, 2006ª.)La integración de varios CPS, inicialmente independientes, en un sistema colaborativo e inteligente se denomina **Sistema de Producción**.
Cibernética **(CPPS**). Al combinar sus conocimientos y capacidades, "un sistema multiagente puede ocasionalmente resolver problemas que están más allá de los límites de la competencia de los agentes individuales y/o puede mostrar un comportamiento emergente que no puede derivarse de los mecanismos internos de los componentes" (Monostori et al., 2006a). Los sistemas de control centralizados tradicionales son demasiado lentos para reaccionar de forma flexible a los cambios de producción. Los sistemas multiagente persiguen un enfoque descentralizado, que permite a los CPPS coordinar procesos en tiempo real como la planificación de la producción, la asignación de recursos, la programación de la producción y el control (Monostori et al., 2006a). Una aplicación ejemplar es el uso de sistemas multiagente para diseñar una estrategia de programación flexible: En caso de eventos inesperados como una avería de una máquina, varios CPS comparten información relevante y colaboran para personalizar automáticamente el flujo de materiales (Kouiss, Pierreval y Mebarki, 1997a). Los sistemas multiagente también facilitan la colaboración más allá de las fronteras de la empresa. Los procesos a lo largo de toda la cadena de suministro pueden coordinarse de forma independiente y optimizarse en tiempo real, lo que permite a los proveedores compensar las fluctuaciones de las ventas en cualquier momento o reaccionar ante cambios de producto a corto plazo.
.

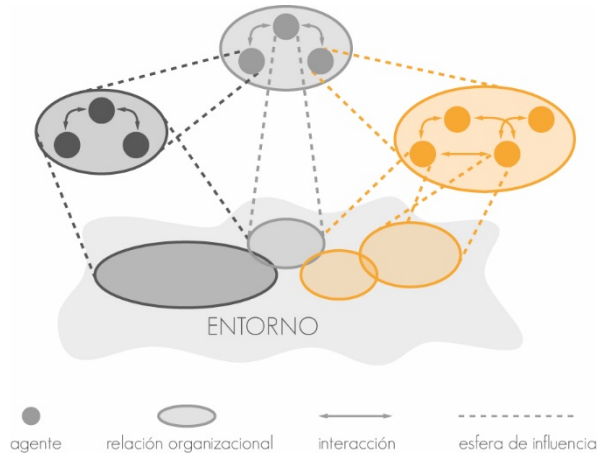


Fig 2.3: Esquema genérico del sistema multiagente por (Monostori et al., 2006a; Russell, Russell, & Norvig, 2010)

Interacción hombre-máquina: A pesar de la capacidad de los CPS para auto-organizarse y mejorar cadenas de procesos enteras, los seres humanos juegan un papel clave en la I4.0. El objetivo no es la supresión de los operadores humanos de las plantas, mucho más la I4.0 tiene como objetivo optimizar los procesos y ayudar a los empleados a lograr una creación de valor superior. Los CPS pueden ayudar a los seres humanos de varias maneras durante la producción: En primer lugar, pueden proporcionar información relevante sobre los procesos de producción, lo que permite a los empleados controlar los procesos en tiempo real e intervenir en caso necesario. Finalmente, los seres humanos son siempre la autoridad final en las aplicaciones de I4.0 (cf. Bauernhansl et al., 2014, p. 78 y ss.). Las aplicaciones ciberfísicas también se pueden implementar para ayudar activamente a los empleados que realizan tareas manuales o cognitivas, por ejemplo, en gafas de datos que guían a los empleados por el camino más corto hacia el lugar de almacenamiento, donde encuentran el producto que están buscando (cf. Borgmeier, Grohmann, & Gross, 2017a, p. 130). Además de modalidades de interacción innovadoras como el control de gestos, las capacidades de reconocimiento de intenciones y planes facilitan la colaboración entre los CPS y los seres humanos. El reconocimiento de la intención es la capacidad de reconocer la intención de un ser humano analizando las acciones pasadas o el impacto de esas acciones. El reconocimiento del plan permite a los CPS anticipar las intenciones y acciones futuras basadas en el comportamiento pasado de los seres humanos. Ya existen varios métodos fiables basados en la probabilidad y la lógica para el reconocimiento de intenciones y planes, pero las amplias posibilidades de aplicación de la CPS requieren un mayor desarrollo de métodos innovadores. Por ejemplo, los CPS deben ser capaces de reconocer cursos de acción alternativos dentro del logro de metas o de adaptarse de manera flexible a personas que tienen limitaciones físicas. En la actualidad, los métodos existentes no son lo suficientemente maduros para este tipo de tareas (véase Geisberger & Broy, 2012a, p. 134 y ss.).

Un concepto que se asemeja mucho a la CPS y que se menciona con frecuencia en relación con la cuarta revolución industrial es la llamada **Internet de las cosas** (IoT). En la literatura científica, se pueden observar principalmente dos interpretaciones del término. En primer lugar, algunos autores definen el término como la capacidad de los objetos físicos para colaborar entre sí. Equipando "cosas" como sensores, actuadores o cualquier otro objeto físico con tecnologías de información y comunicación adecuadas, pueden comunicarse y colaborar a través de esquemas de direccionamiento únicos. En términos de CPS, esta interpretación se refiere a su capacidad de cooperar y negociar para alcanzar un objetivo común (cf. Hermann et al., 2016b, p. 9). Por lo tanto, el enfoque de estas interpretaciones radica en la capacidad de las "cosas" para conectarse con otras "cosas".

La otra interpretación común se refiere a la IoT como la extensión de Internet a los objetos cotidianos (cf. Mattern & Flörkemeier, 2010a, p. 107). El primer enfoque de esta visión se remonta a 1991, cuando MARK WEISER describió su idea de la computación ubicua como "la integración perfecta de los ordenadores en el mundo" (Weiser, 1995). Tanto entonces como en la actualidad, la interacción entre los seres humanos y los ordenadores se llevaba a cabo normalmente a través de interfaces gráficas de usuario. Además de los impactos negativos en la salud que el trabajo persistente en la pantalla puede tener en sus operadores, la principal desventaja de tales interfaces de

usuario es que demandan toda la atención del operador y por lo tanto resultan en un aislamiento del entorno circundante. En lugar de computadoras que se adaptan a las necesidades de los seres humanos, los seres humanos se ven obligados a adaptarse a la restricción de los sistemas informáticos. Por lo tanto, la idea de la computación ubicua puede entenderse como el abandono del concepto dominante de interfaces gráficas de usuario y el desarrollo hacia la integración de ordenadores en objetos físicos (cf. Friedewald, Raabe, Georgieff, Koch, & Neuhäusler, 2010a, p. 29). La IoT recoge la visión de la computación ubicua y la combina con la idea de que los ordenadores integrados en objetos cotidianos pueden acceder a Internet en cualquier momento y en cualquier lugar (cf. Carretero und García 2014, p.445). La integración de servicios web permite una amplia gama de posibilidades de aplicación: Los objetos cotidianos, cuya funcionalidad ha sido limitada anteriormente, reciben de repente nuevas y flexibles capacidades de objetos digitales (cf. Mattern & Flörkemeier, 2010b, p. 107). Al añadir sensores y actuadores, los dispositivos habilitados para la web también pueden percibir e interferir directamente con su entorno. Así, el concepto de IoT permite que los objetos cotidianos se conviertan en los llamados productos inteligentes con capacidades completamente nuevas:

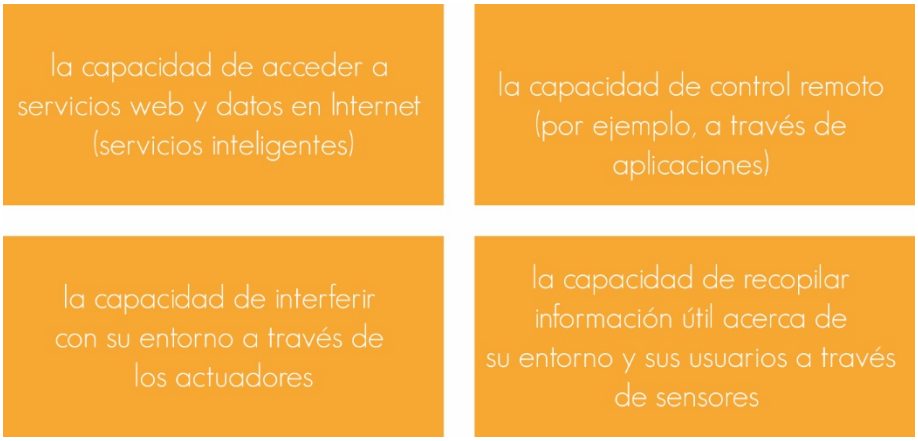


Fig. 2.4: Capacidades de los productos inteligentes (cf. Eibl und Gaedke 2017, p.2081)

Un ejemplo común de productos inteligentes son los dispositivos domésticos inteligentes, como los calefactores inteligentes, que pueden funcionar a distancia, acceder a los pronósticos meteorológicos a través de Internet y medir la temperatura ambiente para garantizar un ambiente agradable.

Dentro de esta interpretación, las "cosas" también pueden conectarse en red con otras "cosas", pero el enfoque se desplaza hacia los beneficios que surgen cuando los ordenadores y los servicios de Internet integrados apoyan a los seres humanos en su vida cotidiana. Según el estudio de mercado de Gartner, en 2017 existían alrededor de 8.400 millones de dispositivos de red, desde rastreadores de fitness hasta soluciones inteligentes para el hogar. Para finales de 2020, los expertos prevén más de 20.400 millones de productos inteligentes y esperan un enorme potencial de creación de valor para las empresas (véase Jansen 2017).

Además de los productos, los procesos de ingeniería también cambiarán.

Los CPS y cualquier producto inteligente están constantemente recopilando, compartiendo y procesando grandes cantidades de datos. Simultáneamente, más de 3.200 millones de seres humanos -con tendencia al alza- están ingresando a Internet a través de computadoras, laptops y smartphones, generando aún más datos (cf. eMarketer. n.d. 2017). En 60 segundos se cargan en Facebook alrededor de 243.000 imágenes, se realizan más de 3,8 millones de búsquedas en Google y se crean 120 nuevas cuentas en LinkedIn. Al final de cada minuto, 400 horas de nuevo material de vídeo serán subidas a YouTube y más de 350.000 Tweets serán enviados a Twitter (cf. Go-Globe 2016; statista 2018). Cuando se habla de grandes cantidades de datos en el contexto de la I4.0, se menciona con frecuencia el término Big Data. La pregunta sobre qué es Big Data puede ser respondida por estas tres propiedades centrales (cf. Gandomi und Haider 2015, p.138):

1. Volumen: Como la palabra "grande" implica, Big Data se refiere a conjuntos de datos tera-, peta- y eventualmente hasta zeta- bytes que son demasiado grandes para ser manejados por las tecnologías de información tradicionales.
2. Variedad: Big Data incluye datos estructurales heterogéneos de varias fuentes, tales como resultados de mediciones de sensores, carga de imágenes de redes sociales o archivos de audio de servicios de streaming.
3. Velocidad: Esta característica se refiere a la alta tasa de flujo de datos y crecimiento de Big Data (cf. Gandomi & Haider, 2015, p. 138) (cf. Katal, Wazid, & Goudar, 2013, p. 404).

De acuerdo con estas propiedades, el Big Data puede interpretarse como una gran cantidad de conjuntos de datos que fluyen y crecen permanentemente y que provienen de todo tipo de fuentes.

Las tecnologías tradicionales de la información son incapaces de manejar tales datos, por lo que la "adquisición, el almacenamiento, la búsqueda, el intercambio, el análisis y la visualización de los datos" constituyen el principal problema. (Ohlhorst, 2012).
Expertos de la ciencia, la política y la economía creen que en el futuro, el Big Data será un "importante motor de la innovación y una importante fuente de creación de valor y ventaja competitiva" (Tan et al. 2015, p.1). La capacidad de procesar y analizar grandes datos con tecnologías de alto rendimiento y técnicas innovadoras de análisis de datos permite a las empresas extraer información relevante sobre sus productos, clientes, competidores o proveedores. Se pueden manejar grandes cantidades de datos en un corto periodo de tiempo, lo que conduce a enormes aumentos de eficiencia. Además, los patrones y correlaciones en Big Data pueden señalar los futuros desarrollos y tendencias del mercado y así contribuir a la competitividad de las empresas y guiarlas en términos de sus decisiones estratégicas (cf. Sagiroglu und Sinanc, Duygu 2013, p.42; Wamba et al. 2015, p.234). Debido a su potencial de creación de valor, los datos y, en particular, el Big Data, a veces se denominan el petróleo del futuro (véase Jodlbauer und Schagerl 2016, p.1475; Jodlbauer 2016). Los ejemplos de aplicaciones exitosas demuestran el enorme potencial de los grandes datos:

Al implementar las tecnologías y el software de Big Data, Visa redujo el tiempo de procesamiento de los datos de las tarjetas de crédito de dos años, que incluían aproximadamente 73.000 millones de transacciones, de un mes a sólo 13 minutos.
Después de que el profesor de informática Etzioni estuviera molesto por el precio excesivo del billete que pagó por su vuelo, desarrolló el programa Farecast, que analizó 200.000 millones de datos sobre el precio de los vuelos para pronosticar la evolución de los precios.
Mientras tanto, el programa está integrado en el motor de búsqueda de Google Bing y ayuda a los clientes a ahorrar 50 dólares de media al predecir los precios futuros (cf. Mayer-Schönberger und Cukier 2013, p.62).

La extracción de información y conocimientos relevantes del Big Data requiere los procesos de gestión de datos y análisis de datos, que constan de cinco fases distintas, como se muestra en la figura 5.

Mediante la aplicación de diferentes técnicas y enfoques de análisis, las empresas pueden obtener información sobre incidentes pasados, como el número de venta que se hunde e identificar las razones de los incidentes (Análisis descriptivo), pero también se puede utilizar para predecir desarrollos futuros como tendencias del mercado, evolución de los precios o fallos de las máquinas (Análisis predictivo) e identificar las razones de los desarrollos futuros (Análisis prescriptivo) (cf. Bolt 2015, p.674).

A pesar de los avances en las técnicas analíticas, numerosos autores comentan que el Big Data Analytics aún necesita más investigación para mejorar la calidad de los procesos y los resultados. Por ejemplo, la detección de la ironía y el sarcasmo en documentos de texto no estructurados sigue siendo un reto para las técnicas de análisis de texto: En una prueba realizada en la plataforma de medios sociales Twitter, sólo el 71% de los mensajes fueron clasificados correctamente como sarcásticos o no sarcásticos (cf. Forslid und Wikén 2015, p.39). Además, en particular en términos de análisis predictivo, los métodos estadísticos tradicionales son a menudo inadecuados, ya que son significativos para áreas de prueba más pequeñas y, por lo tanto, podrían llevar a una distorsión de los resultados del Big Data (cf. Gandomi und Haider 2015, p.144).

Para compartir, comunicar y discutir los conocimientos del Big Data Analytics, se necesitan técnicas y herramientas de visualización adecuadas, ya que los seres humanos pueden percibir mejor la información cuando se transmiten en gráficos. Los sistemas de recomendación de visualización pueden ayudar a las empresas durante la visualización sugiriendo visualizaciones adecuadas basadas en las características de los datos, el tipo de problema o las preferencias individuales y, por lo tanto, pueden proporcionar una visión interesante de los resultados (cf. Kaur und Owonibi 2017 - 2017, p.266). Nikos Bikakis 2018, p.6). Por supuesto, la seguridad de los datos y la privacidad también juegan un papel importante en este concepto relacionado con la I4.0. Es necesario tener en cuenta los paradigmas de seguridad y privacidad anteriormente discutidos a la hora de desarrollar e implementar las aplicaciones de Big Data (véase la figura 3). Las leyes de protección de datos, la recopilación y análisis de Big Data a menudo parecen incompatibles a primera vista. Mientras que la recopilación y el análisis de datos técnicos, como los procedentes de los sensores, son a menudo inofensivos desde el punto de vista jurídico, el tratamiento de los datos personales está estrictamente regulado por la ley. Los datos personales se refieren a cualquier dato que permita llegar a una conclusión sobre las circunstancias personales o fácticas de una persona física determinada o identificable.
Por ejemplo, la ley alemana de protección de datos exige que se evite o al menos se minimice la recopilación de datos personales. Además, los datos sólo deben recopilarse, procesarse y utilizarse para un fin específico y cualquier cambio de finalidad requiere el consentimiento de la persona cuyos datos se recopilan. En Big Data Applications, estos principios relativos a los datos personales no se pueden aplicar de forma práctica, ya que el Big Data consiste en grandes cantidades de datos heterogéneos y en constante crecimiento procedentes de todo tipo de fuentes. Una solución es la anonimización de los datos personales, ya sea borrando todas las características que permiten la identificación permanente o agregando los datos para que la asignación a una persona individual ya no sea posible (cf. Dorschel und Nauerth 2013). Dependiendo del país en el que las empresas deseen recopilar datos, deben adaptar sus aplicaciones del Big Data a las leyes respectivas.

Los datos se recopilan, procesan, comparten y analizan constantemente para gestionar, controlar y optimizar los procesos y generar conocimiento. Por lo tanto, las aplicaciones I4.0 requieren potentes recursos informáticos para manejar todos los datos, como espacio de almacenamiento, redes seguras o herramientas de visualización intuitivas, pero los recursos informáticos a menudo implican grandes inversiones y son relativamente inflexibles. Las empresas deben pagar el precio, ya sea que utilicen un software una vez al mes o una vez al día. En este contexto, el término Cloud Computing describe un nuevo modelo de operación, que pretende reducir costes y aumentar la flexibilidad para los usuarios (cf. Zhang et al. 2010, p.7 y ss.). El INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA (NIST) define el Cloud Computing de la siguiente manera:

"La computación en nube es un modelo que permite el acceso ubicuo, conveniente y bajo demanda a un conjunto compartido de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden aprovisionarse y liberarse rápidamente con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción con el proveedor de servicios" (Mell und Grance 2011, p.2). En lugar de recursos inflexibles como las aplicaciones, que se instalan de forma fija en los ordenadores, los usuarios de la nube acceden a los recursos que necesitan en cualquier lugar, en cualquier momento y desde cualquier dispositivo habilitado para la web.
En general, existen tres modelos de servicio diferentes de Cloud Computing:

- Software como servicio (SaaS): Los usuarios no instalan aplicaciones en su ordenador, pero pueden acceder a las aplicaciones en una red en la nube en cualquier momento y en cualquier lugar y, por lo tanto, pueden colaborar con otros usuarios en proyectos en la nube. Las aplicaciones son gestionadas, instaladas y actualizadas por los proveedores de cloud computing para que las empresas no tengan que mantener su infraestructura o cualquier otro componente. Ejemplos comunes de SaaS son los programas de correo electrónico o los sistemas de planificación de recursos empresariales.
- Plataforma como servicio (PaaS): En este modelo de servicio, los usuarios tienen acceso a un entorno de cloud computing en el que se les proporciona la infraestructura necesaria para desarrollar, gestionar y desplegar sus propias aplicaciones. Además del espacio de almacenamiento y otros recursos de TI, los usuarios tienen acceso a herramientas predefinidas, lenguajes de programación y servicios que facilitan el desarrollo, personalización, prueba y alojamiento de sus propias aplicaciones. Los equipos de desarrollo distribuidos espacialmente pueden trabajar en proyectos simultáneamente. Los proveedores son

responsables de gestionar la seguridad, los sistemas operativos, el software del servidor y las copias de seguridad.
- Infraestructura como servicio (IaaaS): Los usuarios disponen de recursos informáticos fundamentales, como servidores, almacenamiento y componentes de red. Pueden cargar y ejecutar software o plataformas en la nube, por lo que el proveedor garantiza la disponibilidad y fiabilidad de la infraestructura proporcionada (cf. Mell und Grance 2011, p.2 f.; IBM 2018).

Dependiendo de sus necesidades, las empresas pueden elegir y cambiar entre los modelos de servicio. En comparación con las soluciones convencionales, el Cloud Computing permite a las empresas reducir significativamente sus costes. En primer lugar, no es necesario realizar inversiones por adelantado, ya que las empresas sólo pagan por el servicio y los recursos que realmente utilizan. Al mismo tiempo, los costes de explotación pueden reducirse mediante una reducción flexible de los recursos cuando no son necesarios.
Al contrario, en tiempos de alto tráfico de datos, los recursos pueden ampliarse fácilmente y permitir así la cobertura de los picos de carga de trabajo. Además del ahorro de costes y de una mayor flexibilidad, las empresas se benefician de la experiencia de los proveedores de cloud computing en términos de mantenimiento y seguridad cibernética, ya que garantizar la funcionalidad y la seguridad de los datos forma parte de su actividad principal (cf. Zhang et al. 2010, p.7 y ss.). En general, el Cloud Computing puede considerarse como un facilitador para las aplicaciones I4.0, ya que proporciona a las empresas, y en particular a las PYMEs, los recursos computacionales que necesitan para ejecutar sus aplicaciones I4.0.

Debido a la gran cantidad de terminologías emergentes, muchas empresas se sienten abrumadas al abordar el tema de la I4.0. Esta sección proporcionará una breve descripción general y una distinción completa entre las visiones y tecnologías de I4.0.

Una de las visiones centrales de la Industria 4.0 es la fusión del mundo físico y virtual, que puede ser realizada por los llamados Sistemas Ciber Físicos (CPS) (cf. Vogel-Heuser et al., 2016a p.58 y ss.). Los CPS describe la idea de fusionar objetos cibernéticos y físicos para formar entidades colaboradoras e interactivas. Los objetos físicos se refieren a cualquier elemento natural o creado por el hombre, como materias primas, dispositivos técnicos, edificios, gestión o procesos logísticos, mientras que los objetos cibernéticos describen cualquier componente de software o hardware (Geisberger & Broy, 2012c). Mientras que los CPS se refiere a sistemas operativos individuales y separados, la conexión de varios sistemas en términos de producción se llama Sistemas de Producción Ciber Físicos (CPPS) (cf. Wolf, Dollinger, Hees, & Reinhart, 2017).

El primer enfoque de esta visión se remonta a 1991, cuando Mark Weiser describió su idea de la computación ubicua como "la integración perfecta de los ordenadores en el mundo" (Weiser 1991, S. 94). Tanto entonces como en la actualidad, la interacción entre los seres humanos y los ordenadores se llevaba a cabo a través de interfaces gráficas y de otro tipo. Además de los impactos negativos en la salud que el trabajo persistente en la pantalla puede tener en sus operadores, la principal desventaja de tales interfaces de usuario es que demandan toda la atención del operador y, por lo tanto, resultan aislados del entorno circundante. En lugar de adaptar los ordenadores a las necesidades de los seres humanos, éstos se ven obligados a adaptarse a la restricción de los sistemas informáticos. La idea de la computación ubicua puede entenderse como el abandono del concepto dominante de las interfaces gráficas de usuario y el desarrollo hacia la integración de los ordenadores en los objetos cotidianos (cf. Friedewald, Raabe, Georgieff, Koch, & Neuhäusler, 2010b p.29).
Después de su publicación inicial en 1991, la idea de la computación ubicua se ha extendido a la llamada Internet de las Cosas (IoT) (cf. Mattern & Flörkemeier, 2010c p.1 y siguientes). La visión de la IoT es incluir objetos físicos en Internet equipándolos con sensores e identificadores basados en IP (cf. Weinberger, Bilgeri, & Fleisch, 2016 p.445). La integración adicional de los servicios web permite una amplia gama de oportunidades de aplicación: Los objetos cotidianos, cuya funcionalidad ha sido limitada anteriormente, reciben de repente nuevas y flexibles capacidades de objetos digitales (cf. Mattern & Flörkemeier, 2010c p.107). Un ejemplo popular para el uso de la IoT son los dispositivos domésticos inteligentes, que pueden funcionar a distancia, por ejemplo, a través de aplicaciones en teléfonos inteligentes, o incluso actuar de forma autónoma, como un calefactor, que mide la temperatura o evalúa el informe meteorológico para mantener una temperatura ambiente confortable. En general, la IoT abre la posibilidad de controlar objetos a distancia, recopilar información sobre su entorno y permitir que los objetos y sus usuarios se

beneficien de los servicios de Internet (cf. Eibl, Gaedke, & Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) Bonn, 2017 p.2081).

En la literatura, la distinción entre sistemas ciber físicos (CPS), computación ubicua e IoT a menudo no está clara o incluso se utilizan los términos como sinónimos. Para estas directrices, a pesar de los diferentes puntos focales de cada concepto, ya que todos tienen su origen en la misma visión fundamental y se basan en las mismas tecnologías, se entiende por CPS el término genérico para todos los conceptos.

Aunque los diferentes términos ya mencionados se utilizan a menudo como palabras de moda para I4.0, todavía es difícil imaginar cómo pueden contribuir exactamente a la creación de valor en las empresas.

Esta lista de términos que son importantes para las PYMEs inteligentes resume las capacidades y tecnologías subyacentes de la CPS y destaca cómo la colaboración de la CPS puede añadir valor en un sistema de producción (cf. Geisberger & Broy, 2012c p.127).

Conciencia Física: Los CPS requieren la capacidad de recopilar información sobre el entorno físico para poder actuar apropiadamente en la fecha de entrada. Estos datos incluyen información sobre los actores humanos y técnicos y su estado, como la posición exacta de una pieza de trabajo o el número de empleados en una línea de montaje. Los sensores se utilizan para proporcionar esta información. Los sensores pueden determinar el estado químico o físico, como la temperatura o la humedad, y convertir esta información en una señal codificada digitalmente (véase Geisberger & Broy, 2012c, p.127, 138). En términos de identificación y seguimiento de objetos, la identificación por radiofrecuencia (RFID) se considera una de las tecnologías clave. La RFID se basa en campos electromagnéticos. Cada objeto recibe una etiqueta RFID con información específica almacenada, como el número de artículo. RFID permite un seguimiento exacto de los objetos a un coste mínimo (cf. Song, Fink, & Jeschke, 2017b p.197). Este principio ofrece un gran potencial de aplicación, especialmente en términos de procesos logísticos como el seguimiento en tiempo real (cf. Song et al., 2017b p.29). En lugar de los inventarios que consumen tiempo y dinero, que son realizados por los empleados, los sensores pueden registrar las cantidades disponibles de productos en cualquier momento a un costo marginal cero (Fleisch, Weinberger y Wortmann, 2014). Para coordinar los procesos de producción, los objetos equipados con sensores deben ser capaces de comunicarse e interactuar entre sí, lo que puede realizarse con redes de sensores inalámbricas (WSN) (véase Song et al., 2017b p.29; 250). La alineación de la información de los diferentes sensores es necesaria para recibir una figura holística y virtual de los procesos reales. Un ejemplo común para objetos con gran conciencia física son los sistemas de transporte sin conductor que utilizan sensores para la orientación.

Actuación (semiautónoma) planificada y anticipada: Los CPS requieren la capacidad de actuar de forma parcial o totalmente autónoma para flexibilizar los procesos. Basándose en las instrucciones de los operadores humanos o en la información recopilada por los sensores, los CPS pueden adaptar su comportamiento e interferir en los procesos de los actuadores. Los actuadores convierten las señales digitales procedentes de sensores o comandos de los operadores en movimientos mecánicos, como el movimiento de un brazo robótico, o en valores de salida físicos, como un cambio de presión o temperatura (véase Geisberger & Broy, 2012c p.138). La capacidad de toma de decisiones autónoma puede ser implementada a través de la evaluación de la situación con múltiples criterios, lo que permite a los CPS analizar, interpretar y evaluar situaciones en tiempo real sobre la base de criterios previamente definidos. Para resolver estas tareas, la información relativa al entorno físico de un objeto se alinea con los modelos de dominio, que son capaces de modelar las interrelaciones y derivar posibles acciones. Las situaciones reales requieren la consideración de múltiples variables que interactúan entre sí: Todos los actores, tanto los objetos como los seres humanos, y su comportamiento y sus interacciones deben ser tenidos en cuenta. Una cuestión problemática es la evaluación de objetivos contrarios, por ejemplo, un vehículo autónomo que podría salvar la vida de sus pasajeros pero que al mismo tiempo podría poner en peligro a los peatones. Otro enfoque prometedor es el uso de la inteligencia artificial (IA) (cf. Geisberger & Broy, 2012c p.129 y ss.). La Inteligencia Artificial es una ciencia de máquinas que ejecuta tareas que requieren inteligencia cuando son realizadas por seres humanos. Lo que puede parecer una visión de futuro ya es utilizado por varias aplicaciones: La electrónica de consumo avanzada, como los auriculares adaptables, pueden analizar y atenuar el ruido ambiental. Los sistemas de vigilancia basados en cámaras pueden detectar y reportar situaciones peligrosas en lugares públicos. En el sector

médico, las operaciones de alto riesgo pueden realizarse con brazos robóticos de alta precisión (cf. Dengel, 2011b p.391).

Cooperación y negociación: Para desplegar todo su potencial, los CPS necesitan la capacidad de cooperar y negociar. El objetivo es coordinar diferentes CPS en tiempo real para asegurar procesos sin problemas y un comportamiento colectivo y orientado a objetivos. Las bases técnicas para la colaboración de los diferentes CPS son los sistemas multiagente (MAS). El término agente se refiere a un módulo de software que puede actuar de forma autónoma. Las interacciones con el entorno se producen a través de sensores y actuadores. Mediante el uso de métodos de IA, los agentes reciben competencias de resolución de problemas basadas en tareas. En MAS numerosos agentes interactúan con otros agentes para encontrar una solución óptima (cf. Geisberger & Broy, 2012c p.132). Mientras que los sistemas de control centralizados tradicionales son demasiado lentos para reaccionar de manera flexible ante los cambios en la producción, MAS y CPS en general persiguen un enfoque descentralizado que permite coordinar los procesos en tiempo real, como la planificación de la producción, la asignación de recursos, la programación de la producción y el control (véase Monostori, Váncza y Kumara, 2006b). Una aplicación ejemplar es el uso de MAS para diseñar una estrategia de programación flexible: MAS puede reaccionar ante eventos inesperados como una avería de la máquina y personalizará automáticamente el flujo de material (Kouiss, Pierreval y Mebarki, 1997b).

Interacción hombre-máquina: A pesar de los robots autónomos y los procesos de autoorganización, los humanos juegan un papel clave en la I4.0. El objetivo no es la sustitución de operadores humanos, la I4.0 tiene como objetivo optimizar los procesos y ayudar a los empleados a lograr una creación de valor superior. Los CPS pueden ayudar a los seres humanos de varias maneras durante la producción: En primer lugar, pueden proporcionar información relevante sobre los procesos de producción, lo que permite a los empleados controlar los procesos en tiempo real e intervenir en caso necesario. Finalmente, los seres humanos son siempre la autoridad final en las aplicaciones I4.0 (cf. Vogel-Heuser et al., 2016a p.78 y ss.). También se pueden implementar aplicaciones ciberfísicas para ayudar activamente a los empleados que realizan tareas manuales o cognitivas. Por ejemplo, los exoesqueletos pueden conducir a una mayor eficiencia y a secuencias de movimiento ergonómicas de su portador (cf. Cernavin, Schröter, & Stowasser, 2017 p.38). Otra posible aplicación es los “gafas de datos” en procesos logísticos: Pueden guiar a los empleados en el camino más corto hacia el lugar de almacenamiento, donde encuentran el producto que buscan. Al mismo tiempo, las “gafas de datos” pueden funcionar como lectores de códigos de barras y actualizar la lista de inventario inmediatamente. Como resultado, los tiempos de búsqueda y los errores se minimizarán y, además, el empleado tendrá las dos manos libres (cf. Borgmeier, Grohmann, & Gross, 2017b p.130). Para optimizar las interacciones entre los seres humanos y las máquinas, en lugar de teclados y monitores, los seres humanos necesitan la posibilidad de interactuar con máquinas más intuitivas, por ejemplo, mediante gestos o voz. En los últimos años se han desarrollado numerosas aplicaciones, como el módulo de control Kinect de Microsoft (cf. Geisberger & Broy, 2012c p.134), que pueden utilizarse para apoyar a los empleados durante los procesos de producción.

Computación en nube (Cloud Computing): Para procesar la masa de datos que se recogen, utilizan y se almacena en los CPPS, se necesitan tecnologías de la información de alto rendimiento. Los términos Big Data y Cloud Computing se mencionan a menudo en este contexto (cf. Vogel-Heuser et al., 2016a p.572 y ss.). El Big Data se refiere a "conjuntos de datos que son demasiado grandes para los sistemas tradicionales de procesamiento de datos y que, por lo tanto, requieren nuevas tecnologías" (Provost & Fawcett, 2013 p.54). Uno de los objetivos es poder procesar la gran cantidad de datos y luego extraer la información y el conocimiento relevante mediante el uso de algoritmos. Este procedimiento se denomina minería de datos. La información extraída puede ser utilizada por las empresas para obtener una ventaja competitiva, por ejemplo, prediciendo las tendencias de marketing (cf. Provost & Fawcett, 2013 p.51-59). La minería de datos también puede utilizarse para mejorar los procesos de producción: Durante el proyecto EIDOdata, por ejemplo, los científicos pudieron desarrollar un software que tiene la capacidad de analizar datos de proceso y derivar potenciales de optimización en términos de consumo de energía y materias primas (Eidodata, n.d.-a; Schebek, Kannengießer, & Campitelli, 2017a p.45). Por otro lado, la computación en nube se refiere a la provisión de infraestructuras de TI como software o espacio de almacenamiento como servicios web a través de Internet. Las principales ventajas se encuentran en términos de accesibilidad y escalabilidad: Los usuarios pueden acceder a los servicios web desde cualquier dispositivo móvil. Los recursos

adicionales, como un mayor espacio de almacenamiento, pueden activarse inmediatamente (cf. Baun, Kunze, Nimis, & Tai, 2011 p.1 y siguientes).

El objetivo principal de la I4.0 se encuentra en el concepto de la fábrica inteligente. El término "fábrica inteligente" describe una fábrica que utiliza las tecnologías e ideas mencionadas anteriormente para optimizar los procesos a lo largo de toda la cadena de valor. Aunque las tecnologías aún no están lo suficientemente maduras, los expertos plantean la hipótesis de que dentro de una fábrica Inteligente, los objetos, las máquinas y los seres humanos podrán cooperar de la manera más eficiente y permitir procesos de producción altamente flexibles hasta llegar a productos individualizados a costa de la producción en masa (cf. Radziwon, Bilberg, Bogers, & Madsen, 2014 p.1184-1189; cf. Vogel-Heuser et al., 2016a p.633).

3.5. Cómo la Industria 4.0 y la Ingeniería Inteligente están cambiando el ciclo de vida del producto

Basado en sus diversas características, la Industria 4.0 abre oportunidades completamente nuevas para empresas de todos los tamaños y todos los sectores. Mirando hacia atrás en el ciclo de vida de los productos, el primer desafío para las empresas fue el **desarrollo** rápido y eficiente de productos que puedan satisfacer los deseos y necesidades de los clientes objetivo. En primer lugar, la I4.0 permite innovaciones de productos que pueden ofrecer un mayor valor a los clientes (ver capítulo 5). En este contexto, la palabra de moda Internet de las cosas (IoT) se utiliza a menudo para describir objetos habilitados para la web con identificación y sensores. Además de las innovaciones de productos, las empresas pueden beneficiarse del ahorro de tiempo y costes durante los procesos de desarrollo (capítulo 5). Por ejemplo, las tecnologías de realidad aumentada pueden ser vistas como una gran oportunidad para aumentar la eficiencia durante esta etapa. Permite el diseño virtual de prototipos y también el cambio virtual de las características del producto, como colores o materiales, y la introducción virtual de funcionalidades sin costes adicionales de material y fabricación. Además, todos los cambios proporcionados pueden documentarse de forma automática y transparente (cf. Borgmeier, Grohmann, & Gross, 2017c p.127 y ss.).

En términos de **logística**, surgen grandes potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto. La monitorización en tiempo real del inventario en el almacén, el seguimiento de productos y la monitorización mediante tecnologías de sensores como la RFID son sólo algunas de las aplicaciones prometedoras que pueden aumentar la eficiencia.

Los procesos de fabricación y montaje se pueden optimizar en términos de calidad, flexibilidad y eficiencia y, por consiguiente, también contribuyen a la sostenibilidad (capítulo 2). Los CPS pueden utilizarse como sistemas auxiliares, como exoesqueletos o pantallas montadas en la cabeza en gafas de datos. Mientras que hoy en día la información relevante es a menudo inexistente o insuficiente en las empresas, los sistemas auxiliares permiten mostrar la información relevante en tiempo real. Además, pueden ayudar a los empleados, por ejemplo, mostrando las instrucciones de trabajo (capítulo 6). Los CPS, como los robots autónomos, pueden ejecutar tareas que son físicamente exigentes o ineficientes si las realizan los empleados. Diferentes CPS trabajando juntos tienen la capacidad de ajustar y optimizar procesos de producción completos en tiempo real. Los procesos de decisión descentralizados representan un nuevo nivel de rapidez y flexibilidad (capítulo 2).

Los siguientes pasos en el ciclo de vida del producto son el marketing, las ventas y la distribución (capítulo 5). Especialmente en el caso del comercio electrónico, un gran número de retoques afectan a las empresas y al medio ambiente. Las imágenes en línea difieren de las expectativas del cliente sobre el producto real y, por lo tanto, se devuelven (cf. Deges, 2017a p.1 y ss.). Los clientes pueden ser apoyados durante los procesos de decisión, por ejemplo, mediante el uso de tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual. Estas tecnologías permiten a los clientes probar los productos y sus diferentes características antes de pedir un producto en línea y, por lo tanto, pueden contribuir a reducir las tasas de variación. Además, el Big Data puede utilizarse para evaluar las preferencias de un grupo específico de clientes y personalizar las recomendaciones de productos (Deloitte, 2017a).

Durante el **uso** del producto, los clientes pueden beneficiarse de funcionalidades adicionales de los productos inteligentes y de una mayor diversidad de productos (capítulo 5). Al mismo tiempo, las empresas pueden beneficiarse de datos adicionales, como el consumo de energía de sus productos, que pueden utilizarse para detectar deficiencias y optimizar los productos. En términos de mantenimiento, las tecnologías como las impresoras 3D pueden ser una alternativa rentable para fabricar piezas de repuesto o gafas de datos, que pueden ayudar a los técnicos durante la reparación mostrando los pasos siguientes o las posibles causas de los fallos (Deloitte, 2017a).

Además, en el área del **reciclaje**, las tecnologías I4.0 pueden mejorar los procesos. Por ejemplo, los sensores ya se utilizan para clasificar los materiales automáticamente y, por lo tanto, pueden contribuir a aumentar las tasas de reciclaje (Eidodata, n.d.-b; Schebek, Kannengießer, & Campitelli, 2017b p.45).

Resumen: La I4.0 puede mejorar los procesos a lo largo de toda la cadena de valor en términos de calidad, tiempo, eficiencia, sostenibilidad y flexibilidad. Las aplicaciones presentadas anteriormente tienen como objetivo demostrar las capacidades de las tecnologías I4.0 y proporcionar orientación. Debido a la cantidad de tecnologías y visiones emergentes, iría más allá del alcance de estas directrices enumerar más aplicaciones. Pero aquí es donde se despliega la fuerza de la I4.0: Combinando diferentes tecnologías para diseñar soluciones innovadoras. Las siguientes secciones tienen como objetivo guiar a las empresas en el proceso de detección de potenciales dentro de su propio negocio. Estas directrices también podrían inspirarles en la formulación de una estrategia I4.0 coherente, así como en la derivación e implementación de medidas tangibles para lograr sus objetivos de negocio.

3.6. Aplicaciones de Industry 4.0 a lo largo del ciclo de vida del producto

Aunque varios autores hacen hincapié en el potencial de la I4.0 para mejorar los procesos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, muchas publicaciones sólo se centran en subsectores específicos como la logística (cf. Bousonville 2017) o los procesos de fabricación (cf. Spath et al. 2013). Por lo tanto, esta sección pretende recopilar posibles aplicaciones de la I4.0 a lo largo de todo el ciclo de vida del producto a partir de diversas publicaciones. Debido a la variedad de tecnologías que surgen y a su amplia gama de capacidades, la siguiente compilación no intenta cubrir todas las aplicaciones posibles. Mucho más, su objetivo es proporcionar una visión general concisa a los lectores interesados y fomentar la investigación. El ciclo de vida típico del producto se muestra en la figura 2.5.

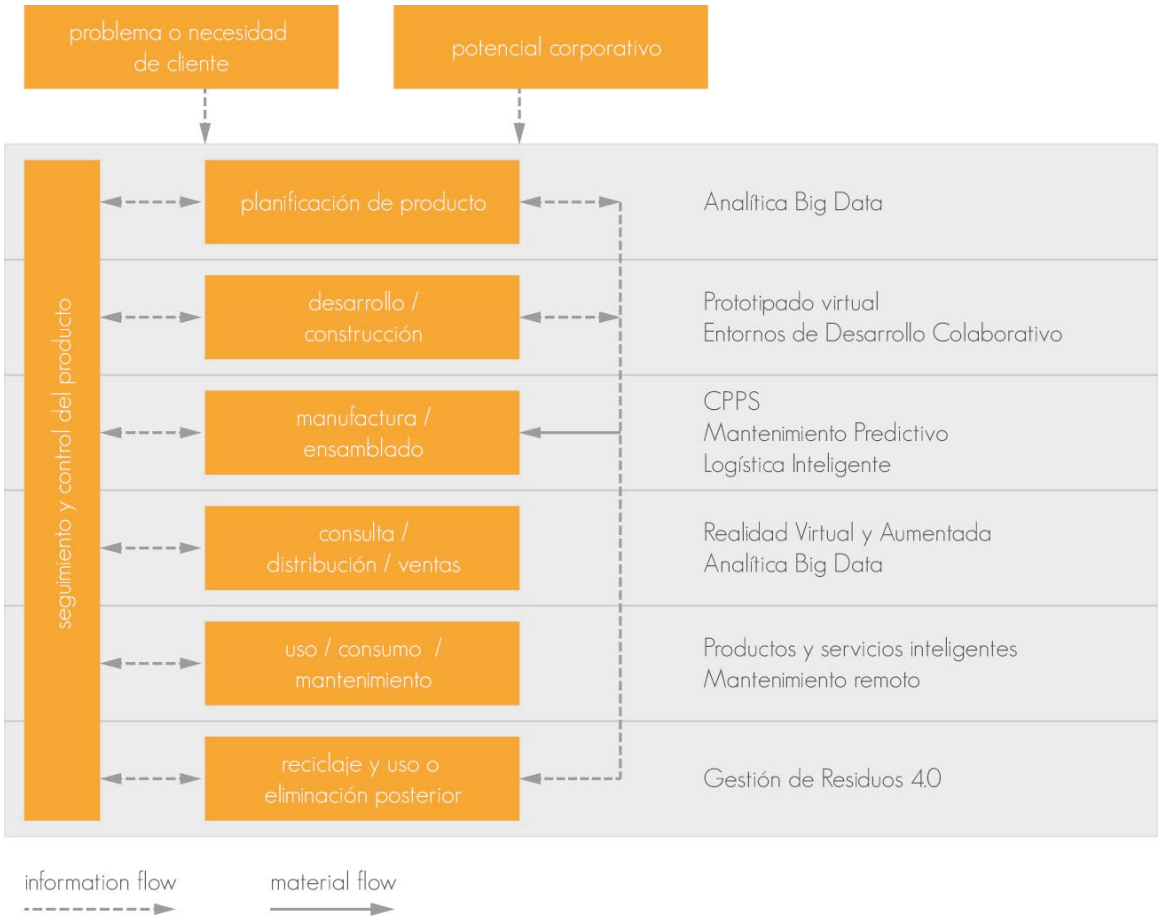


Figura 2.5: Ciclo de vida del producto con flujos

El punto de partida de cada innovación de producto exitosa es una idea. La idea puede surgir de las necesidades o problemas de un mercado o segmento de clientes específico (cf. Grote et al. 2014, p.1). Los investigadores y gerentes informan que el Big Data es actualmente "un fuerte impulsor de la innovación y una importante fuente de creación de valor" (Tan et al. 2015, p.223). El Big Data puede utilizarse para obtener información sobre las tendencias actuales y futuras y puede ayudar a las empresas a obtener una mejor "comprensión de sus productos, clientes y mercados, lo que es crucial para la innovación" (Tan et al. 2015, p.224). En el mercado ya existen varias soluciones Big Data, que pueden analizar automáticamente datos como las transacciones e interacciones de los clientes, los contenidos generados por los usuarios o los datos de los medios sociales y, de este modo, ayudar a las empresas a generar ideas para la innovación (cf. Markl et al. 2013, p.11). Hasta ahora, la transformación de estas ideas en un producto de trabajo requiere varias actividades que requieren mucho tiempo y dinero, como pruebas de viabilidad, estudios de diseño, fabricación y pruebas de diferentes prototipos (véase Cooper und Centre 1980, p. 27 y ss.). Las tecnologías de Realidad Virtual y Aumentada pueden ser empleadas para aumentar la eficiencia durante esta etapa permitiendo el diseño virtual de prototipos. Características como el color, el material y las funcionalidades pueden cambiarse rápidamente sin costes adicionales de material y fabricación, incluso las pruebas de funcionamiento y las certificaciones pueden realizarse con prototipos digitales, mientras que la documentación automática de todos los cambios realizados conduce a una mayor transparencia de todo el proceso (véase Choi und Cheung 2008, p.477 f.; Borgmeier et al. 2017, p.127 f.; Christoph Runde, p.13). Además, los diferentes departamentos de una empresa pueden trabajar de forma conjunta y simultánea en prototipos virtuales en los llamados Entornos de Desarrollo Colaborativo. Un Entorno de Desarrollo Colaborativo es un "espacio virtual en el que todas las partes interesadas en un proyecto -incluso si están distribuidas por tiempo o distancia- pueden negociar, intercambiar ideas, discutir, compartir conocimientos y, en general, trabajar juntas" (Booch y Brown 2003,

p.2). Los beneficios son obvios: Al integrar a expertos de diferentes áreas como la fabricación, la logística o el marketing y permitirles el acceso a la información relevante en tiempo real, las debilidades potenciales de un producto pueden detectarse en una fase temprana y se minimizan los riesgos de fallo. Como resultado, la eficiencia y la calidad de los procesos de desarrollo y la capacidad de las empresas para satisfacer las demandas de mercados dinámicos y complejos aumentan considerablemente. Las soluciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada ya se utilizan con éxito en las PYMEs, por ejemplo, para crear prototipos de sistemas técnicos complejos o para discutir el diseño de productos con los clientes (cf. Baltes und Freyth 2017, p.36 y ss.). Rauch et al. ofrece una visión general detallada de las tecnologías futuras que pueden mejorar los procesos de desarrollo de productos.

Además de la capacidad de mejorar los procesos de desarrollo (ver fig. 2.2), I4.0 también permite a las empresas desarrollar productos con funcionalidades completamente nuevas. El producto clásico en un mundo físico podría complementarse con servicios inteligentes y a medida que aporten un valor añadido significativo (véase Borgmeier et al. 2017, p. 113 y ss.). Un ejemplo común son las soluciones Smart Home. El fabricante de termostatos Nest ofrece termostatos con conexión a Internet, que pueden recoger datos sobre el comportamiento del usuario y obtener potenciales de ahorro de energía individuales para los clientes (véase Kaufmann 2015, p.3). Un ejemplo de productos inteligentes y conectados en el sector público se encuentra en la ciudad de Barcelona. La ciudad "ha implementado soluciones de Internet of Everything para mejorar la gestión del agua, la gestión de residuos, los aparcamientos y el transporte público, todo lo cual está ayudando a la ciudad a ahorrar dinero. Por ejemplo, sólo a través de la gestión del agua conectada, la ciudad está ahorrando 58 millones de dólares al año. Las soluciones de alumbrado público conectado han reducido los costes en un tercio, ahorrando a Barcelona 37 millones de dólares anuales. Y lo que sus líderes ven como un beneficio aún más importante, Barcelona estima que la Internet del Todo ha creado 47.000 puestos de trabajo en los últimos siete años" (Chambers 2014). Estos dos ejemplos demuestran que la I4.0 no sólo ofrece oportunidades para aumentar los beneficios, sino que también apoya a las empresas para que se alineen con su responsabilidad social. Antes de la producción real de un nuevo producto, deben adquirirse materiales, componentes y unidades de montaje. Los costes de los materiales representan alrededor del 43% de los costes totales de las empresas de fabricación, por lo que las reducciones de costes en este ámbito tienen una gran influencia (véase VDI 2016). El Big Data permite la recopilación, el procesamiento y la transmisión autónoma de datos relevantes, como los precios de los materiales de los diferentes proveedores, en tiempo real, lo que permite a las empresas reducir al mínimo sus costes de material. Al mismo tiempo, el Big Data puede ayudar a las empresas a resolver cuestiones estratégicas importantes, como las decisiones de hacer o comprar para encontrar una solución óptima de costes (cf. Kleemann und Glas 2017, p.9).

En cuanto a los procesos de fabricación y montaje, la I4.0 ofrece importantes mejoras de calidad, flexibilidad y eficiencia. Una forma relativamente sencilla y rentable de mejorar los procesos de producción es la introducción de sistemas de asistencia I4.0 para el personal de producción:

Las gafas de datos pueden mostrar información relevante, como datos de proceso actuales, documentación técnica, reglas de mantenimiento o instrucciones de reparación y, de este modo, mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos mediante el apoyo específico de los empleados. En caso de fallo del sistema, el campo visual del usuario de las gafas de datos puede transmitirse directamente al servicio de asistencia técnica del fabricante del equipo afectado, que puede ofrecer un soporte óptimo y aumentar la rapidez del proceso de mantenimiento (véase Bauernhansl et al. 2014, p.488).

Los exoesqueletos inteligentes, como los Robo-Mates, pueden ser utilizados por los empleados cuando realizan actividades físicamente extenuantes. Los sensores integrados registran la tensión física y el exoesqueleto redistribuye las cargas pesadas de la zona de los hombros a todo el cuerpo. De este modo, incluso las tareas más exigentes pueden ejecutarse de forma más eficiente, el estrés físico disminuye y la salud de los empleados se fomentará a largo plazo (cf. Fraunhofer IAO 2015).

La combinación de varias tecnologías I4.0 permite soluciones innovadoras con la capacidad de mejorar toda la producción. La Tabla 2.1 muestra una compilación de algunas aplicaciones I4.0 exitosas, que resultaron en mayores ingresos y mayor calidad de los productos.

Empresa	**Aplicación I4.0**
3D-Schilling GmbH	Cada máquina de procesamiento está equipada con sensores para medir herramientas y piezas. El tratamiento posterior sólo tiene lugar si todas las dimensiones están dentro de la tolerancia. La documentación automática de las mediciones permite una mayor transparencia y la detección de errores sistemáticos. Como resultado, los ingresos han aumentado un 60% en el primer año (cf. Plattform Industrie 4.0).
Habermaass GmbH	Un CPS desarrollado internamente tiene la capacidad de acceder, enriquecer y reenviar datos relevantes como información de clientes o datos maestros. En todos los puestos de trabajo se produce una conexión en red entre el CPS, las piezas de trabajo y las máquinas de procesamiento. La información relevante y las especificaciones se transmiten a los empleados en tiempo real. Además, todos los empleados subsiguientes recibirán información sobre el progreso actual del proceso y el paradero de las piezas semiacabadas. Los plazos de entrega, los costes de almacenamiento y la puntualidad podrían mejorarse significativamente (véase Plattform Industrie 4.0).
FlammSyscomp GmbH & Co. KG	Los procesos de punzonado se caracterizan por una porción de chatarra muy alta de 40-60%, por lo que Flamm Group se compromete a desarrollar un proceso de punzonado optimizado para el material. Los sensores y el software determinan la posición óptima de punzonado para ahorrar material y reducir los desechos. Debido a las diversas cámaras, consultas y sensores, sólo se producen componentes probados al 100% (cf. Plattform Industrie 4.0).

Cuadro 2.1: Ejemplos de aplicaciones exitosas de Industry 4.0 en la producción

Los ejemplos que se muestran en la tabla 2.1 representan empresas de diferentes tamaños y, por lo tanto, demuestran que la I4.0 no se limita a un tamaño específico de empresa o a un producto. Mientras que Habermaass GmbH es una gran empresa del sector del mueble, 3D-Schilling GmbH, con 36 empleados, fabrica formas y piezas moldeadas para la producción de piezas de plástico. Las aplicaciones de I4.0 permitieron a estas empresas mejorar significativamente sus procesos, lo que se tradujo en una mayor competitividad y rentabilidad.

Otro concepto prometedor de I4.0 con la capacidad de aumentar la eficiencia de los procesos de producción se promueve bajo la palabra de moda mantenimiento predictivo. Como el término implica, la idea del mantenimiento predictivo es utilizar los datos registrados por los sensores y el Big Data Analytics para predecir y minimizar las averías de las máquinas. Por ejemplo, Linde Material Handling, uno de los principales fabricantes de carretillas elevadoras, equipa sus productos con sensores que registran parámetros del vehículo como la velocidad, la aceleración o la carga térmica. Junto con la información relevante del Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP), como los informes de mantenimiento o de daños anteriores, se pueden predecir las posibles averías de las máquinas y sustituir los componentes antes de que se produzcan los daños (véase Lemke et al. 2017, p.179 y ss.).

Toda la logística, desde la recepción de la mercancía hasta la producción y el envío, puede ser parcial o totalmente automatizada. Los inventarios que consumen mucho tiempo pueden ser reemplazados completamente por cajas de almacenamiento inteligentes, que están equipadas con cámaras para detectar su contenido y determinar la cantidad exacta a través de la nube en tiempo real. Los pedidos pueden realizarse automáticamente (véase Vogel-Heuser et al. 2016, p.19). Los materiales y productos etiquetados con RFID pueden ayudar a controlar el flujo de mercancías y conducen a una mayor transparencia. Los vehículos guiados automáticamente son capaces de encontrar la ruta óptima a través de la producción de forma independiente y llevar las mercancías a su destino en un corto período de tiempo. El Instituto Fraunhofer ha desarrollado un sistema de transporte celular: Los distintos vehículos guiados automatizados pueden comunicarse entre sí y, por lo tanto, adaptar sus capacidades en tiempo real (véase Fraunhofer IML 2010).

Una vez finalizado el proceso de producción, el asesoramiento, la distribución y la venta constituyen el siguiente paso en el ciclo de vida del producto (véase la figura 2.3). Las tecnologías de Realidad Aumentada y Realidad Virtual pueden utilizarse para ayudar a los clientes a encontrar el producto adecuado. Las imágenes on-line a menudo difieren de las expectativas del cliente sobre el producto real y, por lo tanto, se devuelven (cf. Deges 2017, p.1 y ss.). Estas tecnologías permiten a los clientes probar productos y diversas características antes de pedir un producto y, por lo tanto, pueden contribuir a reducir las tasas de variación. El Big Data puede utilizarse en esta etapa para evaluar las preferencias de un tipo de cliente específico y ofrecer servicios individuales. Además, la predicción de los volúmenes de ventas puede mejorar la disponibilidad y el tiempo de entrega de los productos (véase Hood et al.).

Para el cliente, el uso o consumo de productos cambiará a medida que más productos se complementen con Smart Services. Estos servicios ofrecen a los clientes un valor añadido (cf. Bullinger 2015). Los beneficios ya no son generados únicamente por los productos, sino sólo por la combinación de productos y servicios (cf. Borgmeier et al. 2017).

Este ejemplo ya fue discutido en el contexto del desarrollo de productos: El termostato inteligente NEST. En comparación con los termostatos convencionales, ofrece la ventaja de ayudar activamente a los clientes a reducir el consumo de energía basándose en el análisis de datos. Pero los productos inteligentes no sólo ofrecen servicios de primera calidad, sino que también permiten modelos de negocio innovadores, que pueden ayudar a las empresas a aumentar la satisfacción del cliente. El fabricante de motores Rolls Royce cambió el juego en los mercados, cuando introdujo motores de aviones inteligentes que pueden ser monitoreados en tiempo real. Rolls Royce proporciona a sus clientes los motores, pero en lugar de pagar todo el período de préstamo, los clientes sólo pagan el tiempo de funcionamiento real. Además, Rolls Royce utiliza los datos recopilados para ofrecer unos servicios de mantenimiento y reparación óptimos (véase Smith 2013, p. 999 y ss.). Putzmeister, uno de los principales fabricantes alemanes de bombas de hormigón y mortero, introdujo el mismo modelo de negocio. En lugar de vender

sus bombas, ofrecen una solución combinada de producto-servicio y los clientes sólo pagan el tiempo que utilizan realmente las bombas (cf. Borgmeier et al. 2017). En ambos casos, tanto los clientes como los fabricantes se benefician del nuevo modelo de negocio. En la actualidad, el servicio al cliente de alta calidad se considera uno de los factores clave de la satisfacción del cliente y, por lo tanto, indispensable para obtener una ventaja competitiva sostenible (véase Shemwell et al. 1998, p.156 y ss.). La prestación de servicios de mantenimiento y reparación puede conducir a una mayor durabilidad de los productos en esta fase y, por lo tanto, también puede influir positivamente en la satisfacción del cliente (véase Grote et al. 2014, p.1). Además de la posibilidad de predecir los servicios de mantenimiento o reparación, el acceso a distancia a Smart Products puede acelerar todo el proceso, ya que los técnicos no tienen que estar necesariamente en el lugar para diagnosticar el origen de un problema o instruir a los clientes durante la instalación o el mantenimiento (cf. Sciocchetti 2015). Además, la monitorización y el acceso remoto a sus productos permite a los fabricantes conocer mejor el comportamiento de uso de sus clientes. Estos conocimientos pueden ser utilizados para optimizar sus productos o generar innovaciones de producto.

Debido a los requisitos legales actuales y a una mayor conciencia medioambiental, el reciclaje de productos se ha convertido en una prioridad para las empresas y sus clientes. La reutilización de los productos no sólo ofrece oportunidades para una mayor generación de beneficios, sino que al mismo tiempo puede ser un factor influyente durante el proceso de compra y mejorar la imagen corporativa (cf. Nnorom und Osibanjo 2008, p.844). Por un lado, los entornos de desarrollo colaborativo durante el desarrollo de productos pueden ayudar a diseñar productos reciclables mediante la integración de expertos en el campo del reciclaje. Por otro lado, los sistemas de clasificación basados en sensores I4.0 mejorados pueden utilizarse para aumentar la tasa de reciclaje. Las materias primas valiosas, como el metal, pueden ser detectadas por sensores y ordenadores que calculan su ubicación exacta en la cinta transportadora. Mediante el uso de aire comprimido, los materiales valiosos pueden separarse del resto de la chatarra, lo que conduce a una separación de materiales más limpia y, por lo tanto, a mayores tasas de reciclaje (véase Dückert et al. 2015, p.155; VDI ZRE 2017, p.45 y ss.). Según un estudio de más de 1000 actores del sector de la gestión de residuos, I4.0 permitirá una economía circular en el futuro - las tecnologías innovadoras y la urgencia de ahorrar recursos naturales aumentarán aún más el reciclaje de materiales con el objetivo de alcanzar una tasa de reciclaje del 100% (cf. ISWA 2017).

Los conceptos y ejemplos de aplicación previamente discutidos relacionados con el ciclo de vida del producto (ver figura 2.2) demuestran la capacidad de la I4.0 para mejorar las características y procesos del producto y, por lo tanto, las opciones para aumentar la rentabilidad y la competitividad de las empresas manufactureras. Los ejemplos muestran una pequeña parte de las aplicaciones posibles - la multitud de tecnologías permite soluciones completamente nuevas e individuales. Por lo tanto, las empresas se enfrentan a la tarea de identificar qué factores son decisivos para su competitividad y optimizar estos factores mediante la implementación de conceptos y tecnologías relacionadas con la I4.0.

3.6.1. Ejemplos de productos inteligentes

"Smart Industry digitaliza e integra procesos en toda la organización, desde el desarrollo de productos y compras, hasta la fabricación, la logística y el servicio. Todos los datos sobre ventas, procesos de operaciones, eficiencia de procesos y gestión de calidad, así como la planificación de operaciones están disponibles en tiempo real, apoyados por sistemas TIC y software (p.ej. realidad aumentada) y optimizados en una red integrada. Mediante la integración de nuevos métodos de recopilación y análisis de datos, las empresas pueden generar datos sobre el uso de los productos y refinarlos para satisfacer las crecientes necesidades de los clientes finales" (PWC, 2016a).

En el marco del proyecto SMeART antes mencionado, se llevó a cabo una encuesta sobre los requisitos i4.0 de las PYMEs (véase el informe t del segundo paquete de trabajo). En nuestra encuesta, el “desarrollo de nuevos productos” tiene una alta puntuación cuando se trata de oportunidades para implementar soluciones inteligentes. La tecnología de Internet afecta principalmente a los productos mismos. Después de la entrega, pueden notificar al proveedor sobre cómo se utilizan, lo que es útil, por ejemplo, si desea aplicar un modelo de negocio de pago por uso (3.3.3). También pueden informar si se requiere mantenimiento y pueden recibir actualizaciones de software. En cierto modo, los productos cobran vida de esta manera (van Ede, 2017a). Los productos inteligentes son fáciles de

usar, atractivos (toque humano) y están conectados digitalmente. Están diseñados con unos costes totales mínimos durante su vida útil (en energía, materiales, transporte). Los productos inteligentes tienen inteligencia incorporada, son utilizables con electrónica flexible para que puedan comunicarse con su entorno (usuarios, pero también con cualquier administrador remoto). Los productos inteligentes serán específicos del cliente (bienes de capital) o incluso ultrapersonalizados (productos de consumo). Además, estos productos están diseñados para la reutilización de componentes y producciones flexibles (n = 1) ("Smart Industry haeft als ambitie dat Nederland in 2021 het meest flexibele en het beste digitaal verbonden productienetwerk van Europa heeft. - Industria Inteligente", 2018a).

La fabricación de productos inteligentes se puede lograr por medio de:

- Agregar características digitales a los productos existentes (como cámaras y sensores y dispositivos de comunicación para conectarlos).
- Combinar productos digitales y servicios (bases de datos), ofreciendo a los clientes soluciones integrales.
- Utilizar el análisis de datos para crear productos como servicio y crear una plataforma en línea para el acceso de los clientes al contenido y a los servicios basados en datos.
- Integrar datos externos y productos y servicios de otras empresas en su propia cartera y plataforma para liberar a los clientes. Esto significará la cooperación con otros proveedores y/o la integración de la cadena de valor, construyendo un ecosistema centrado en el cliente.

Fig. 2.5: Proposiciones de valor digital ("[Sin título]," n.d.-a)

Las fábricas y también las cadenas de suministro tienen que demostrar la capacidad de cambiar las variantes de producto en cantidades variables. Pedidos personalizados de cantidades menores en el contexto de JIT (Just in Time) y demandan personalización. Además, los ciclos de vida de los productos son cada vez más cortos. Por lo tanto, ya no es suficiente trabajar de forma eficiente, sino que también hay que ser flexible y ágil.

En la industria, se aplican muchos métodos de mejora que proporcionan flujo y cambio (Lean Production, Six Sigma, TOC, QRM, TPM, Agile, First Time Right, Value Stream mapping, etc.). QRM y Lean, por ejemplo, son métodos para reducir las fallas en los procesos de oficina y producción. En QRM, el objetivo principal es entregar calidad con una alta fiabilidad de entrega, a pesar de una gran variación en los pedidos. Mientras que con Lean, el énfasis está más en reducir o eliminar el desperdicio en el piso de producción. Debido a ambos, habrá menos fallas y menores costos a través de la eficiencia.

Un paso importante es aprender a pensar de manera diferente de una manera fluida en lugar de por producto, para ver dónde se pierde valor en todo el proceso. El despliegue de gerentes de planta en lugar de gerentes de producción, que planifican y trabajan sobre la base de la recopilación y el análisis de datos de producción, es una tendencia visible en la industria.

Para poder diseñar, producir y entregar productos a medida de forma más rápida, es esencial pasar de un proceso ETO (Engineering-to-Order) a uno CTO (Configure-to-Order). Mientras que ETO le obliga a diseñar cada uno de los pedidos 'desde cero', CTO compila cada pedido a partir de los bloques de construcción existentes. Al variar en bloques de construcción estandarizados como hardware, software, electrónica, pero también en bloques de construcción operacionales como sistemas de producción y recursos, los clientes obtendrán soluciones a medida a través de una ruta estandarizada. Las ventajas son mejores productos, menos errores, menor tiempo de comercialización, más tiempo para la innovación y menos costes (Cadac Group-Create, manage & Information, 2017).

Según nuestra encuesta, el uso del Diseño Asistido por Ordenador (CAD) es bastante común. Los configuradores de productos automatizados se utilizan mucho menos [link Q43&Q65]. Los controles de calidad automatizados de los productos apenas son implementados por las PYMEs (link Q49&Q71).

Además del CAD mencionado, las empresas inteligentes utilizan toda una gama de tecnologías asistidas por ordenador (CAx) para el diseño, análisis y fabricación de productos como la fabricación asistida por ordenador (CAM) y la ingeniería asistida por ordenador (CAE).

3.6.2. El marco estratégico

Las empresas que buscan orientación en la literatura científica en términos de estrategia se enfrentarán rápidamente al problema de encontrar una definición clara del término "estrategia". Docenas de interpretaciones hacen difícil captar la esencia de la "estrategia".

Una cuestión común parece ser la diferenciación entre eficacia operativa y estrategia. Se ha desarrollado una variedad de herramientas con el objetivo de aumentar la eficacia operativa. Si bien estas herramientas pueden alcanzar mejoras impresionantes en términos de calidad y velocidad de producción, no conducen automáticamente a una rentabilidad sostenible. A pesar de su eficacia operativa, las empresas luchan por adquirir y retener clientes y mantener su posición en la competencia internacional. Por consiguiente, la eficacia operativa puede considerarse como un requisito para un rendimiento sobresaliente, pero la estrategia es el elemento clave que permite la supervivencia y el éxito de las empresas a largo plazo (cf. Porter, 1996). En general, una estrategia exitosa debe considerar tres actores clave en el mercado: la propia empresa, los clientes y los competidores, también llamados "las tres C estratégicas" (cf. Ohmae, 1982).

La interacción de estos tres participantes del mercado es crucial para el rendimiento económico de una empresa. Sólo si un número suficiente de clientes compra los productos y servicios de una empresa, ésta puede sobrevivir y obtener beneficios. Por lo tanto, comprender las necesidades y aspiraciones de los clientes es el elemento central de todo negocio exitoso. Al mismo tiempo, una empresa necesita satisfacer mejor las necesidades de sus clientes que sus competidores, de lo contrario perderá constantemente parte de su cuota de mercado (cf. Ohmae, 1982 p. 48).

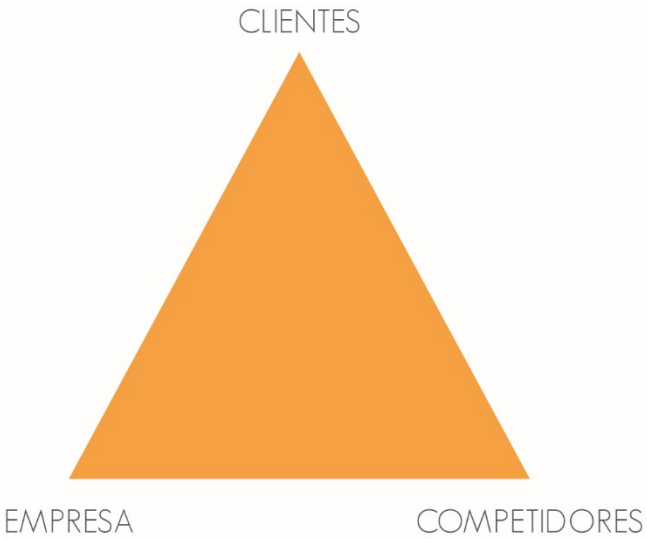


Fig. 2.6: Las tres C estratégicas (cf. Ohmae, 1982)

Según Porter (cf. Porter, 1996), las diferencias sostenibles entre una empresa y sus competidores no surgen de actividades únicas. Por ejemplo, la introducción de una nueva tecnología de producción puede crear ventajas competitivas durante un tiempo al reducir los costes de producción, pero otras empresas pueden comparar y copiar fácilmente medidas individuales, lo que hace que a largo plazo parezcan más similares en lugar de garantizar un rendimiento excepcional. Mucho más la combinación de "cientos de actividades necesarias para crear, producir, vender y entregar [...] productos y servicios" (cf. Porter, 1996) distingue a una empresa de otra y define si una empresa puede crear más valor para sus clientes objetivo que otros competidores a largo plazo. Por lo tanto, la estrategia empresarial consiste en encontrar una mezcla de actividades diferentes, cuyo poder se despliega a través de la vinculación única de sus elementos individuales y, por lo tanto, no puede ser copiado fácilmente (cf. Porter, 1996).

Las publicaciones científicas proponen una amplia gama de herramientas y marcos estratégicos, pero la mayoría de ellas presentan las mismas deficiencias: Su objetivo es apoyar a las empresas para definir una estrategia, pero rara vez ofrecen apoyo en la deducción de actividades concretas y medidas de implementación y ejecución. Mientras que la definición de una estrategia requiere la abstracción de las complejas y dinámicas interacciones entre las tres C´s estratégicas, para que las empresas puedan delinear y entender los elementos clave de la competencia. La ejecución de la estrategia requiere una comprensión detallada de los recursos y procesos de la empresa para derivar medidas concretas y evaluar la viabilidad de una estrategia desde el principio (cf. Richardson, 2005 p.134 y ss.). Además, la importancia de la implementación de estrategias es a menudo ignorada en la literatura científica, muchos enfoques se centran en la formulación de estrategias y clasifican la implementación más bien como un apego a la formulación que como un elemento igualmente importante (cf. Raps, 2017 p.24 y ss.). Teóricamente, la mejor estrategia podría no ser capaz de mejorar cualquier negocio si no se implementa con éxito. Especialmente en términos de I4.0, la complejidad requiere un marco estratégico, que puede guiar y apoyar a las empresas desde la definición de una estrategia hasta su ejecución. Además, una herramienta exitosa debe apoyar la comunicación y permitir procesos de decisión transparentes. El objetivo de esta sección es introducir un marco holístico y describir sus etapas y elementos individuales. Posteriormente, se introducirá una selección de herramientas y métodos para cada etapa, que ofrece orientación práctica para las empresas. El marco sugerido se muestra a continuación:

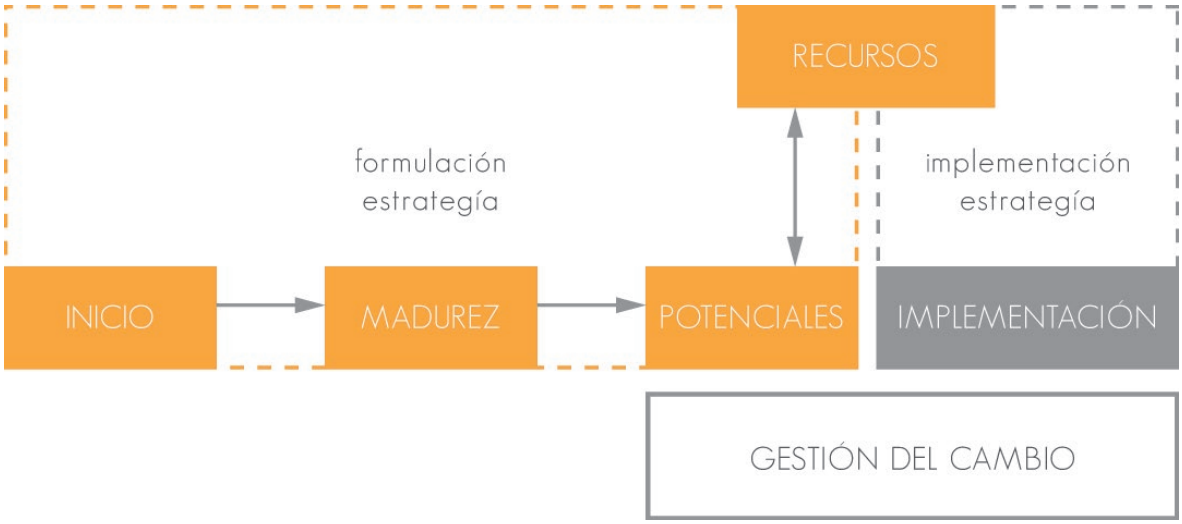


Fig. 2.7: Etapas del marco estratégico

La idea básica del marco estratégico es utilizar el modelo de negocio de la empresa como base para desarrollar una estrategia la I4.0 y deducir medidas concretas.

En general, un modelo de negocio puede definirse como"una declaración de cómo una empresa ganará dinero y mantendrá su flujo de beneficios a lo largo del tiempo" (Stewart & Zhao, 2000) y describe así las interacciones entre una empresa, sus competidores y sus clientes. En términos de estrategia, los modelos de negocio pueden ser vistos como el elemento de conexión entre la estrategia de una empresa en teoría o su idea de cómo competir y los procesos, actividades y recursos concretos que una empresa emplea para ejecutar esta estrategia (cf. Richardson, 2005 p.135). Mientras que los estrategas todavía están en desacuerdo, si el éxito económico se basa en los recursos que tiene una empresa o más bien depende de elegir el mercado adecuado y el posicionamiento competitivo, un modelo de negocio holístico es capaz de captar elementos de ambos puntos de vista y analizar los factores de éxito internos y externos, así como sus interdependencias (cf. Chesbrough, 2002 p.529 y ss.). Capturar el modelo de negocio actual por escrito no sólo ayudará a las empresas a destacar cómo generan beneficios con exactitud, sino que, además, la documentación del estado real conducirá a una comprensión compartida de la situación inicial, lo que evitará malentendidos y podrá acelerar el proceso de detección de las debilidades actuales y de las oportunidades para el futuro (cf. Nicolai, 2017 p.288). En consecuencia, el objetivo de la etapa 1, la etapa de iniciación, es especificar un modelo de negocio de la empresa y comprender cómo se generan exactamente los beneficios.

Debido a la gran cantidad de nuevas oportunidades y a la complejidad resultante, especialmente las PYMEs tienen dificultades para especificar tecnologías y procesos tangibles en I4.0. Planean implementar estas tecnologías y procesos de I4.0 más adelante. Tarde o temprano, la insatisfacción y la frustración evolucionan porque los empresarios no saben cómo abordar la idea de la I4.0. Para evitar esta dificultad, se necesita un procedimiento estructurado que pueda apoyar a los empresarios en la elaboración de medidas y acciones concretas. Una serie de publicaciones y estudios científicos recomiendan el uso de modelos de madurez de I4.0. En general, un modelo de madurez es un instrumento para evaluar el nivel actual de desarrollo de un tema específico (Mettler & Rohner, 2009). En términos de I4.0, los modelos de madurez pueden ayudar a reducir la complejidad al definir con más detalle la situación inicial de una empresa (cf. Schumacher et al., 2016). Además, una evaluación de madurez puede servir como punto de referencia para la estimación del esfuerzo.

En consecuencia, la evaluación de la madurez de la empresa en términos de I4.0 es el siguiente paso (etapa 2) durante la etapa de madurez (ver fig. 2.7) del marco propuesto.

En el marco de la etapa 3, se deben formular escenarios realistas sobre los potenciales futuros o, en otras palabras, sobre cómo se puede mejorar la generación de beneficios mediante el uso de la I4.0. El modelo de negocio inicial (etapa 1) sirve de orientación para detectar las debilidades actuales, tales como un servicio al cliente insuficiente o

procesos de producción lentos. También ayuda a determinar los factores de éxito cruciales que se pueden construir para fortalecer la posición competitiva en el futuro. El enfoque del modelo de negocio ayuda a crear una visión holística, en lugar de pensar en tecnologías o productos individuales. ¿Cómo quiere competir la empresa en el futuro? ¿Puede una mayor variedad de productos proporcionar valor a los clientes existentes o atraer a nuevos clientes? ¿Es la fiabilidad de la entrega un factor crucial para el éxito de la empresa, que debería mejorarse en el futuro? Los capítulos 2, 3 y 4 sirven de insumo e inspiración y son una guía para que las empresas formulen y especifiquen sus ambiciones y potencialidades.

Al mismo tiempo, las empresas deben empezar a obtener recursos tangibles que son necesarios para llevar a cabo sus ideas. Al principio, necesitan estimar el esfuerzo que se requiere para realizar cada idea. Las ideas que resultan ser demasiado arriesgadas o costosas, deben ser personalizadas o descartadas. El objetivo es encontrar un conjunto de nuevas actividades, procesos o tecnologías, que sean capaces de crear valor sostenible y que puedan lograrse con determinados medios o, en otras palabras, formular una estrategia viable. Las fases de definición, planificación e implementación de la estrategia se funden entre sí. Aunque no se planifiquen todos los detalles de la estrategia de una empresa, la preparación inicial para la implementación, como la formación de los empleados, puede que ya haya comenzado. El marco (véase la figura 2.7) sugiere integrar la gestión del en el proceso de desarrollo y aplicación de la estrategia. El cambio corporativo fracasa regularmente por diferentes razones: La falta de transparencia en los procesos de toma de decisiones dificulta que los empleados comprendan la urgencia del cambio o la utilidad de las medidas individuales. Las consideraciones y los planes se transmiten sólo en parte entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización, por lo que surgen la incertidumbre, la frustración o incluso el miedo. Como resultado, los empleados sólo se comprometerán a medias en el proceso de cambio y disminuirán el éxito (cf. Nicolai, 2017 p.288). En general, la Gestión del Cambio intenta controlar e implementar el cambio, particularmente con enfoque en los seres humanos, que de alguna manera se ven afectados por los procesos de cambio (cf. Lauer, 2014 p.7 y ss.). Numerosos autores y publicaciones enfatizan que el cambio exitoso sólo puede tener lugar si los empleados están dispuestos a implementar el cambio. Sin convicción interna, los empleados sólo trabajarán para gobernar.

Basándose en este enfoque estructurado, los autores están convencidos de que los procesos de decisión pueden diseñarse de manera más transparente y comprensible para las organizaciones. El uso de modelos de negocio permite una visión holística de las debilidades y fortalezas y puede ayudar a reconocer potenciales futuros en todas las divisiones de negocio. La siguiente sección presenta un conjunto de métodos que pueden aplicarse en cada etapa.

3.6.3. El Toolbox de SMeART

3.6.3.1. Iniciación

Se han desarrollado varios enfoques de modelos de negocio para ayudar a las empresas a examinar su situación inicial. Osterwalder sugiere un enfoque viable, el llamado Lienzo del Modelo de Negocio, que consta de nueve elementos clave (cf. Osterwalder & Pigneur, 2011). Al analizar cada uno de estos elementos, las empresas pueden captar la esencia de su negocio.

Segmentos de clientes	¿Para quién estamos creando valor? ¿Quiénes son nuestros clientes más importantes?
Relaciones con los clientes	¿Qué tipo de relación espera cada uno de nuestros Segmentos de Clientes que establezcamos y mantengamos con ellos? ¿Cuáles hemos establecido? ¿Cómo se integran con el resto de nuestro modelo de negocio? ¿Qué tan costosos son?
Canales	¿A través de qué canales se quiere llegar a nuestros Segmentos

	de Clientes? ¿Cómo los estamos alcanzando ahora? ¿Cómo se integran nuestros canales? ¿Cuáles funcionan mejor? ¿Cuáles son más rentables? ¿Cómo los estamos integrando con las rutinas de los clientes?
Propuestas de Valor	¿Qué valor entregamos al cliente? ¿Cuál de los problemas de nuestros clientes estamos ayudando a resolver? ¿Qué paquetes de productos y servicios ofrecemos a cada segmento de clientes? ¿Qué necesidades de los clientes satisfacemos?
Principales actividades	¿Qué actividades clave requieren nuestras propuestas de valor? ¿Nuestros canales de distribución? ¿Relaciones con los clientes? ¿Flujos de ingresos?
Recursos clave	¿Qué recursos clave requieren nuestras propuestas de valor? ¿Nuestros canales de distribución? ¿Relaciones con los clientes? ¿Corrientes de ingresos?
Socios clave	¿Quiénes son nuestros socios clave? ¿Quiénes son nuestros principales proveedores? ¿Qué recursos clave estamos adquiriendo de nuestros socios? ¿Qué actividades clave realizan los socios?
Estructura de costes	¿Cuáles son los costes más importantes inherentes a nuestro modelo de negocio? ¿Qué recursos clave son más caros? ¿Cuáles son las actividades clave más costosas?
Corrientes de ingresos	¿Por qué valor están realmente dispuestos a pagar nuestros clientes? ¿Por qué pagan actualmente? ¿Cómo están pagando actualmente? ¿Cómo preferirían pagar? ¿Cuánto contribuye cada corriente de ingresos a los ingresos totales?

Tabla 2.2: Presentación propia basada en (cf. Osterwalder & Pigneur, 2011)

Al principio de cada proceso de compra hay un cliente con una necesidad específica (cf. Sandhusen, 2000). En consecuencia, el objetivo de esta etapa es apoyar las actividades, recursos y tecnologías que crean valor para todos los segmentos de clientes a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

Además, una presentación estructurada del modelo de negocio de una empresa puede ser utilizada como guía para explicar la urgencia y el potencial de la I4.0 a todos los miembros de la organización.

3.6.3.2. Madurez

En términos de I4.0, los modelos de madurez pueden ayudar a las empresas a reducir la complejidad y ayudar a evaluar si una empresa tiene la capacidad y los recursos personales y financieros para utilizar tecnologías y actividades específicas (cf. Schumacher et al., 2016). Dentro de SmeART se ha desarrollado un modelo de

madurez, que no sólo es capaz de determinar el estado actual de desarrollo en términos de I4.0, sino que también puede derivar medidas, que pueden ser implementadas por las PYMEs para alcanzar un nivel de madurez más alto.

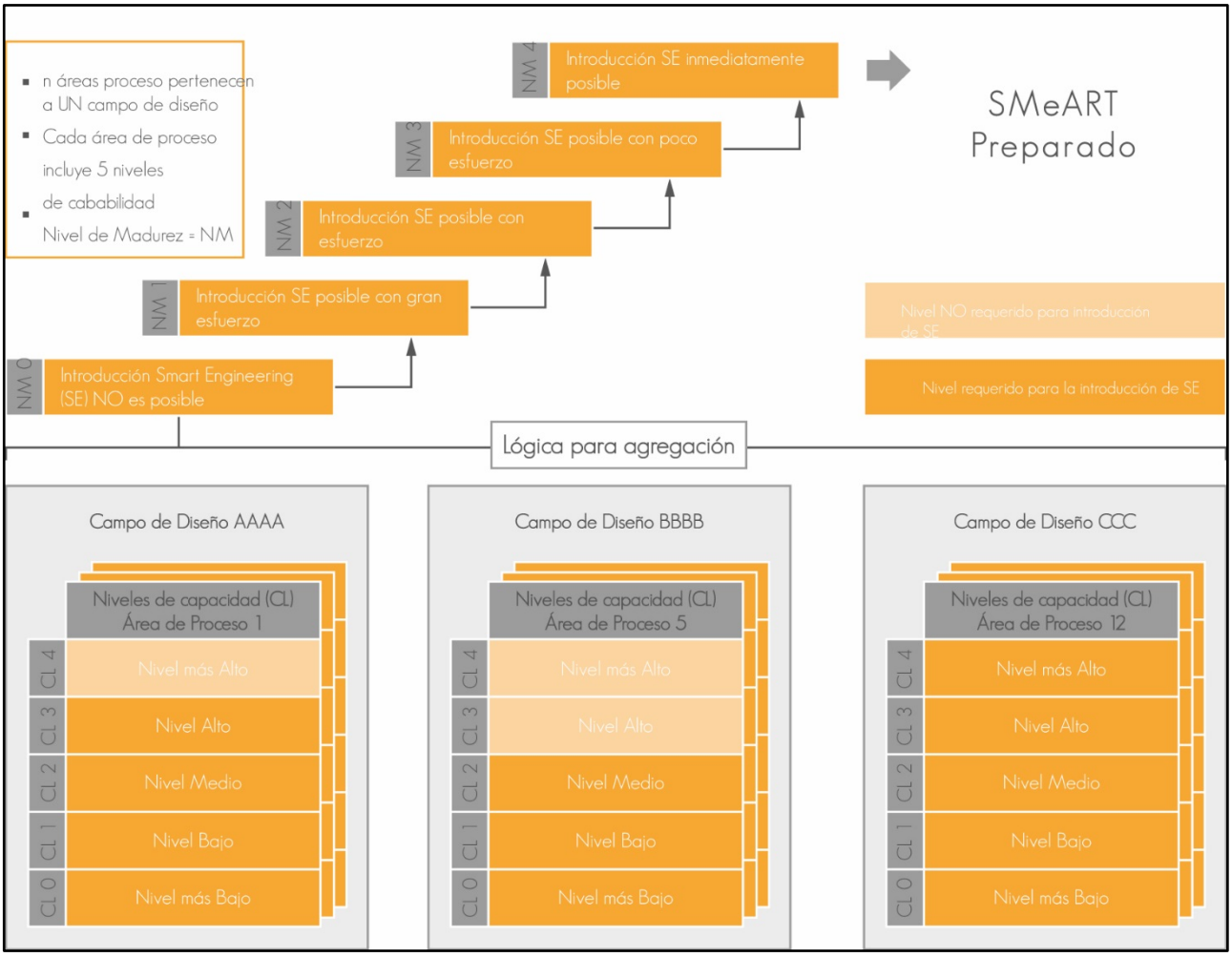


Fig. 2.8.: El MOSE SMeART

En la Fig. 2.8, el Modelo de Ingeniería Inteligente (MOSE) se limita a 3 campos de diseño. Estos campos se definen individualmente para SMeART ("personas, tecnología, organización"). Dentro de cada campo de diseño tenemos varias áreas individuales de proceso SMeART, como "educación" para el campo "personas". Los niveles de capacidad (CL) son criterios para juzgar la madurez de las áreas de proceso individuales. En realidad, los CL son introducidos por los usuarios de la herramienta de prueba de esfuerzo SMeART. Después de la entrada del usuario, los CL de varios campos de diseño se combinan y agregan lógicamente por la lógica de agregación. Los niveles de capacidad (CL) de las áreas de proceso individuales son resumidos por la lógica de agregación a un grado de madurez superior (ML).

Finalmente, el resultado de la agregación es un nivel de madurez general de LD. El ML es un número o código que puede ser utilizado para producir automáticamente más recomendaciones para el usuario. La definición de medidas o recomendaciones generales también ayuda a los usuarios SMART (empresas) a alcanzar el siguiente nivel superior de capacidad CL en el área de proceso considerada.

El modelo de madurez MOSE intenta una clasificación lineal de los diferentes niveles de madurez ML (ver lógica de agregación). A medida que aumenta el LD, por definición es más fácil para las empresas introducir la ingeniería inteligente o hacer que sea más fácil para ellas.

Con este enfoque, una PYME puede identificar rápidamente si es capaz de introducir la ingeniería inteligente y en qué medida. La implementación inmediata de la ingeniería inteligente es posible cuando se alcanzan los niveles de capacidad requeridos en todas las áreas de proceso de los respectivos campos de diseño. Esto resulta en modelos de madurez específicos para escenarios de implementación específicos de Smart Engineering. Cuando se alcanza la siguiente CL, las empresas se ven apoyadas por la inclusión de medidas generales adecuadas en el área de proceso considerada.

En general, adaptaremos este enfoque siguiendo los siguientes pasos:

1. Determinación/definición del nivel mínimo requerido para poder introducir la Ingeniería Inteligente en la PYME (¿Para qué sirve una PYME inteligente?).
2. Determinación del estado real de los niveles de madurez individuales (por ejemplo, mediante una encuesta on line).
3. Para determinar el logro (promedio) de la meta (ML), existen 3 opciones.
4. Interpretación de los resultados, por ejemplo, mediante gráficos de araña.
5. Generación automática de consejos para generar el siguiente ML superior.

3.6.3.3. Combinar las etapas 1, 2 y 3: Potencialidades.

En esta fase (véase la figura 2.7), las empresas ya han realizado dos tareas importantes: Analizaron las interacciones con sus clientes y competidores y, por lo tanto, capturaron cómo se genera el beneficio. Asimismo, evaluaron su nivel de madurez en términos de I4.0. A partir de estos resultados, se pueden proponer escenarios realistas sobre la generación de beneficios o, dicho de otro modo, sobre cómo se puede mejorar la empresa con el uso de la I4.0. Durante la preparación, es importante tener en cuenta que el objetivo de esta etapa no es alcanzar el nivel de madurez más alto posible en términos de I4.0, sino alcanzar el nivel que se requiere para alcanzar los objetivos corporativos y que se puede alcanzar con los recursos disponibles.

Dado que los clientes pueden ser descritos como el corazón de un negocio, un análisis más profundo y detallado de sus requerimientos y deseos es útil para descubrir potenciales y personalizar los procesos.

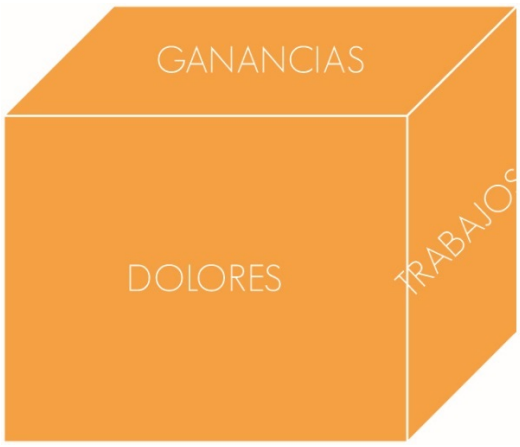


Figura: 2.9.

Un posible enfoque es analizar los trabajos, dolores y logros de los clientes. Para resaltar el significado de cada uno de estos elementos, se explican con un cliente A que desea comprar un nuevo sistema de sonido. [FIGURA: Eigene Darstellung in Anlehnung an (cf. Osterwalder, Pigneur, Bernarda, & Smith, 2015)].

- “Jobs” de cliente describen las tareas que los clientes desean completar. Estas tareas pueden ser de tipo funcional, emocional o social. Ejemplo, el trabajo funcional del cliente A es escuchar música. Al mismo tiempo, puede que quiera relajarse mientras escucha (trabajo emocional) o invitar a sus amigos para que se impresionen con el nuevo sistema de sonido (trabajo social).
- “Pains” del cliente describen los obstáculos y problemas que los clientes deben enfrentar cuando intentan hacer su trabajo. El cliente A puede tener problemas para encender el sistema de sonido. Además, puede ser difícil conectar diferentes dispositivos al sistema.
- “Gains” del cliente describen funciones que añaden valor adicional para el cliente. En el ejemplo, el cliente A podría beneficiarse de un sistema de sonido, que tiene un control de voz y se conecta a sus dispositivos automáticamente vía Bluetooth (cf. Osterwalder et al., 2015).

Otra opción es la adopción de métodos creativos como el método Delphi o el método de los seis sombreros pensantes para apoyar el pensamiento innovador y, por lo tanto, fomentar soluciones innovadoras (Phillips und Gully 2013, S. 309; Goldenberg und Mazursky 2002, S. 54).

3.6.3.4. Recursos de la campaña

Las ideas que figuran en la lista restringida deben ser evaluadas en términos de su viabilidad, potencial y costes de aplicación. El objetivo de esta etapa (ver fig. 2.7.) es evaluar los recursos que se requieren para implementar cada idea y, sobre la base de esta evaluación, estimar los costos del proyecto. Los recursos pueden ser de tipo material, como los medios o las tecnologías financieras, o de tipo inmaterial, como los conocimientos tecnológicos o el tiempo. Dependiendo de los recursos disponibles dentro de una empresa y de los que hay que adquirir, las empresas pueden evaluar la viabilidad de cada idea:

1. ¿Qué recursos materiales e inmateriales se necesitan para realizar una idea específica? ¿Cuáles de estos recursos ya están disponibles dentro de la empresa?
2. En función de los recursos necesarios, ¿cuáles son los costes totales estimados?

En general, existen tres clases diferentes de técnicas de estimación de costes:

- Métodos algorítmicos
    - métodos paramétricos
    - métodos de factorización o ponderación
- Métodos comparativos
    - métodos de analogía
    - métodos relacionales
- métodos de cálculo
    - métodos multiplicadores
    - métodos de productividad
    - método porcentual (Burghardt, 2018)

En la mayoría de los casos, se aplican técnicas de estimación de proyectos que se basan en experiencias de proyectos anteriores. Las empresas pueden recurrir a sus propios proyectos de tamaño y complejidad comparables. Si no se han implementado proyectos comparables anteriormente, se puede utilizar un software de cálculo que evalúa los datos de proyectos anteriores en combinación con procedimientos matemáticos de cálculo. La principal ventaja de la estimación de costes a través del software es que también tiene en cuenta la incertidumbre durante el cálculo y, por lo tanto, puede ofrecer resultados más precisos (cf. Dumitrascu & Nedelcu, 2012).

3.6.3.5. Gestión del cambio

En general, los procesos de cambio exitosos en las organizaciones pasan por tres fases distintivas denominadas descongelamiento, mudanza y recongelamiento (Lewin, 1947).

Durante el descongelamiento, los empleados deben entender por qué la organización necesita cambiar. Dado que el cambio siempre está relacionado con las inseguridades y los esfuerzos, los empleados que no ven ninguna necesidad de cambio, lo más probable es que no inviertan su tiempo ni sus habilidades personales para participar en los procesos de cambio. En el peor de los casos, la resistencia surgirá porque los empleados prefieren mantener las cosas como están.

El razonamiento puede basarse en el modelo de negocio que se escribió para la etapa 1 del marco estratégico:

1. ¿Cuáles son las principales deficiencias actuales?
2. Si el negocio continúa como está, ¿cuáles serán los resultados?

Sólo si todos los miembros del equipo de la organización entienden la necesidad del cambio, estarán dispuestos a participar.

Durante la mudanza se produce la modificación real. En términos de estrategia, la implementación comienza en esta fase. Los nuevos procesos y comportamientos necesitan ser aprendidos y entrenados. Es importante tener en cuenta que el cambio no ocurre de la noche a la mañana y que algunos empleados pueden necesitar más tiempo que otros o cursos de formación.

La congelación tiene lugar cuando nuevos procesos y comportamientos se consolidan y se convierten en la nueva normalidad. Los sistemas de recompensa o de retroalimentación pueden ser útiles para apoyar la consolidación.

3.6.3.6. Implementación

En general, la aplicación de la estrategia se refiere a dos elementos diferentes: la adaptación, por ejemplo en términos de competencias de los empleados, cultura corporativa o estructura organizativa y aplicación de la estrategia a nivel operativo (cf. Huber, 1985 p.106).

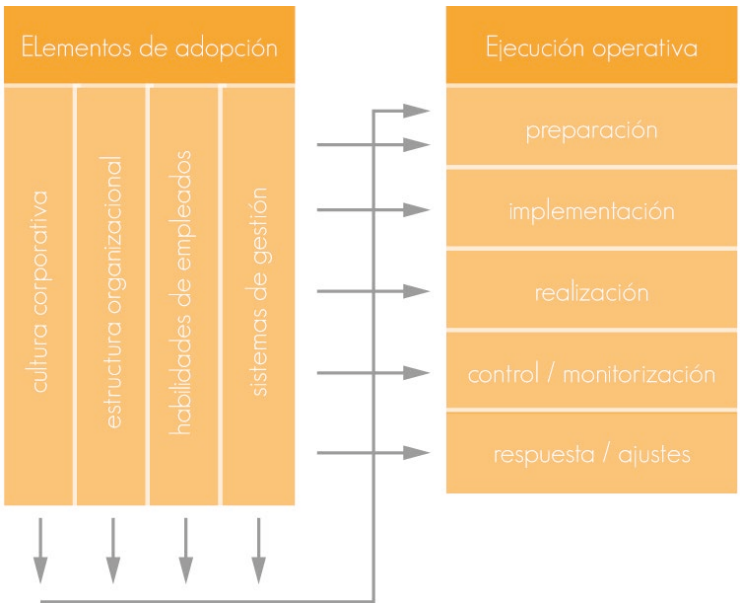


Fig 2.10: Título (cf. Huber, 1985 p.106); (cf. Raps, 2017 p.62)]]

Ambos elementos son cruciales para el éxito de los procesos de implementación: La introducción de un sistema de asistentes, por ejemplo, no podrá mejorar la creación de valor si los empleados no saben cómo utilizarlo o no están motivados para intentarlo. Mientras que la gestión del cambio se centra en los procesos de adaptación, en términos de ejecución operativa, se puede aplicar una variedad de herramientas y técnicas de gestión de proyectos para mejorar la implementación de la estrategia.

En general, un plan de estructura de proyecto, que enumera todos los paquetes de trabajo, subtareas y responsabilidades, ayuda a mantener una visión general. Una encuesta entre más de 200 gerentes de proyectos reveló que una de las cuestiones más cruciales para el éxito de los proyectos son las metas y objetivos claros (cf. White & Fortune, 2002). Un entendimiento común generalizado es definir objetivos basados en el enfoque S.M.A.R.T:

Específico, medible, atractivo, razonable, con límite de tiempo (Locke & Latham, 1990).

El siguiente ejemplo demuestra una meta 1.) sin enfoque S.M.A.R.T. y 2.) con S.M.A.R.T.:

1.) "En nuestra tienda online, queremos representar nuestros productos de la forma más realista posible para crear una mejor experiencia de compra para nuestros clientes".
2.) "Mediante el uso de tecnologías de Realidad Virtual en nuestra tienda online, queremos reducir los ratios de retorno en un 40% hasta finales de año."

4. Oportunidades de negocio

Autores: Sandra Verweij y José Laan (Parbleu)

4.1. Introducción y objetivos de esta sección

"Un buen jugador de hockey juega donde está el disco. Un gran jugador de hockey juega donde va a estar el disco"Wayne Gretzky, icono canadiense del hockey 1978-1999

Como vimos en los capítulos 3 y 4, la industria inteligente afecta a todos los aspectos de las empresas manufactureras, desde la investigación, el desarrollo, el (re)diseño y la producción, hasta la comercialización, el servicio y el reciclaje de productos. La industria inteligente cambia los productos, servicios, procesos y, lo que es aún más importante, los modelos de negocio de las empresas individuales y reorganiza toda la cadena de suministro. La industria inteligente crea oportunidades para empresas de nueva creación y existentes en mercados que antes eran tradicionales, además de abrir nuevos mercados. Sin embargo, investigaciones recientes muestran que las empresas manufactureras tienden a centrarse principalmente en los aspectos tecnológicos y en las ganancias (potenciales) en eficiencia relacionadas con industria inteligente, más que en el cambio de paradigma de las propuestas de valor empresarial y los modelos de negocio (Ibarra, Igartua y Ganzarain, 2017). "Las empresas industriales que combinan el mundo digital y el mundo físico, abren dimensiones completamente nuevas en la forma en que operan y en el valor que pueden proporcionar a sus clientes y accionistas. Pueden reducir drásticamente el tiempo para introducir nuevos productos en su mercado y responder más rápidamente a las necesidades de los clientes. Traducir los datos en tiempo real de los clientes, los datos de las fábricas y los datos de la cadena de suministro en conocimientos hará que esas fábricas y cadenas de suministro sean capaces de responder mucho más rápidamente a los cambios en las necesidades de los clientes y a los choques externos" (Annunziata, 2014a). En un mercado feroz, con variables en constante cambio, con una creciente lucha por la atención (digital) de los clientes y una demanda de soluciones personalizadas en un corto periodo de tiempo para llegar al mercado, los modelos de negocio y las estrategias de mercado deben ser reconsiderados, y las posiciones de mercado deben ser definidas de nuevas maneras.

El contenido de este subcapítulo sirve como insumo, inspiración y guía para involucrar las oportunidades de negocio en su hoja de ruta SMeART. Después de leer este capítulo, usted será capaz de entender y aplicar a su propio negocio:

- Qué oportunidades de negocio puede ofrecer la industria inteligente.
- Cómo modificar productos o desarrollar nuevas y valiosas soluciones para clientes basadas en la industria inteligente.
- Cómo crear una cartera de productos y servicios a futuro.
- Cómo introducir o mejorar el marketing inteligente en su empresa.
- Qué efectos tendrá la industria inteligente en su cadena de suministro y cómo reaccionar y beneficiarse de ello.

4.2. Necesidades del mercado

Los principales ingredientes para que una empresa cree nuevas e inteligentes oportunidades de negocio son un profundo conocimiento de:

- Sus propias ambiciones y recursos (potenciales),
- Desarrollos técnicos y sociales y tendencias del mercado,
- Necesidades, problemas y valor del cliente.

Nuestra encuesta muestra que el 51% de los encuestados necesita un mayor conocimiento del mercado y de las necesidades de los clientes (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018).

Las tendencias del mercado internacional relacionadas con la industria inteligente tendrán efectos cada vez mayores en las PYMEs manufactureras individuales y en sus cadenas de valor:

1. **Individualización**
   - Demanda de conceptos totales específicos para el cliente, incluyendo mantenimiento y otros servicios
   - Ciclos de vida más cortos de los productos, causados por la rápida evolución de los requisitos de los clientes y la aceleración de la tecnología.
   - Los conceptos de máquina modulares y flexibles facilitan la personalización y aumentan la velocidad de respuesta a los cambios en el mercado
   - Los clientes finales exigen más capacidad de desarrollo y flexibilidad.
2. **Servitization**
   Agregar servicios (basados en datos) a los productos, ofreciendo soluciones totales, desde la propiedad hasta el acceso (capítulo 5.3.3)
3. **Modelos de negocio basados en el rendimiento**
   Por ejemplo, modelos de ingresos de pago por uso (capítulo 5.3.5).
4. **Sostenibilidad**
   Énfasis **creciente** en la economía circular y la reutilización de (partes de) máquinas, más atención y demanda de aplicaciones de "tecnología limpia" (capítulo 5.3.4).
5. **Comercio electrónico**
   Marketing online y social, también aplicado en los mercados B2B (capítulo 5.5)
6. **Condiciones cambiantes del mercado**
   El aumento de la automatización/robotización requiere la cooperación con socios especializados y causa la integración de la cadena de suministro (desarrollo, producción y servicio, capítulo 5.6).

Una empresa puede elegir diferentes estrategias o posturas para reaccionar a las circunstancias cambiantes del mercado, a las tendencias específicas y a los desarrollos (técnicos), dependiendo de la relevancia y el potencial esperado de esas tendencias y desarrollos. Pueden tratar de *dar forma al futuro* (desempeñar un papel de liderazgo en el establecimiento de cómo funciona la industria, estableciendo estándares y/o creando demanda), *adaptarse al futuro* (ganar a través de la velocidad, agilidad y flexibilidad en el reconocimiento y captura de oportunidades en los mercados existentes) o simplemente *reservarse el derecho a jugar* (invertir lo suficiente para permanecer en el juego pero evitar compromisos prematuros) (Courtney, Kirkland y Viguerie, 1997).

4.2.1. Necesidades del cliente

Vivimos en un mundo donde la oferta es mucho mayor que la demanda. Por lo tanto, principalmente los productos o servicios que se basan en los problemas y necesidades de los usuarios identificados, tienen el potencial de convertirse en productos de mercado exitosos.

Smart Industry tiene como objetivo transformar la producción en masa en una personalización en masa: los productos hechos a medida se fabricarán a costes de producción en masa. El conocimiento profundo del comportamiento, las percepciones, los valores y las necesidades de los clientes, así como la capacidad de traducir rápidamente estos conocimientos en productos y servicios modificados o nuevos (intimidad con el cliente), se convertirá cada vez más en una competencia crucial para todas las empresas de fabricación.

Nuestra encuesta muestra que hay margen de mejora cuando se trata de la retroalimentación de los usuarios finales al departamento de producción (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018).

En esta era digital y tecnológica, las formas de satisfacer las necesidades de los clientes y las oportunidades de superar sus expectativas están cambiando drástica y constantemente. Los mercados son transparentes, los clientes están bien informados y son críticos y están a la cabeza cuando se trata de cómo, cuándo y dónde quieren que se entreguen sus pedidos (hechos a medida). La creación de valor para el cliente y el desarrollo de nuevas formas de hacerlo exigen una visión aguda de las situaciones (cambiantes) del mercado y un conocimiento profundo del comportamiento, los deseos y las necesidades de los clientes.

4.2.2. Perspectiva del cliente

"Si hubiera preguntado a la gente qué quería, habrían dicho: caballos más rápidos." ("Talk:Henry Ford - Wikiquote," n.d.)

Preguntar a los clientes qué es lo que quieren, casi nunca conduce a innovaciones revolucionarias a largo plazo. ¿Por qué? Por lo general, los clientes sólo solicitan soluciones basadas en problemas, necesidades y opciones conocidas. Recopilar las opiniones de los clientes con el fin de crear (más) valor para ellos no se trata de preguntarles qué productos o servicios les gustaría, sino de investigar el contexto en el que utilizarán los productos y servicios. Se trata de averiguar cuál es el propósito detrás de la compra de productos o servicios: ¿qué es lo que él o ella está tratando de lograr o cumplir? Los clientes son expertos en sus propias rutinas diarias (de trabajo), problemas y ambiciones. Un proveedor inteligente apoya y facilita a estos, como experto en las formas más modernas e inteligentes de hacerlo.

4.2.3. Recopilación de las opiniones de los clientes

> *Los modelos de negocio digitales inteligentes y desestabilizadores a menudo se centran en la generación de ingresos digitales adicionales y en la optimización de la interacción y el acceso de los clientes. Los verdaderos avances en el rendimiento se producen cuando se entiende activamente el comportamiento de los consumidores y se puede orquestar el papel de la empresa dentro del ecosistema de futuro de socios, proveedores y clientes. Las empresas inteligentes utilizan tecnologías digitales para crear y entregar valor al cliente en una solución integrada e innovadora. (WC, 2016)*

Existe una serie de técnicas analógicas y digitales para recopilar las opiniones de los clientes que pueden ser ejecutadas por la propia PYME: paneles de clientes, entrevistas con clientes, reuniones de expertos de clientes,

observaciones de clientes, etc. Una forma interesante de empezar es cambiar de puesto en un cliente existente o potencial, y describir su trabajo a realizar (tareas, procesos e interacciones o puntos de contacto) en un *viaje del cliente*. El mapa de viajes de los clientes es una herramienta útil para tomar la perspectiva de un cliente, como guía para identificar oportunidades y desarrollar o ajustar productos y servicios (Kwakman, Rudolph Johannes Antonius, Smeulders, & Moerman, 2017). Al diseñar un viaje del cliente, un producto o servicio se sitúa en su contexto, como una parte más de la solución y de la experiencia general del cliente. Un viaje del cliente puede ser utilizado para generar ideas sobre cómo aliviar a los clientes y luego crear nuevas propuestas inteligentes y (re)diseñar los procesos del cliente. Dentro de la cadena de valor, esto puede llevar a una especialización profunda (desagregación de productos y servicios) o a la integración (agrupación de productos y servicios para crear soluciones totales).

Una forma eficaz y alcanzable para que las PYME recopilen las opiniones de los clientes es organizar diálogos con clientes, usuarios y, posiblemente, proveedores, para su discusión:

- ¿Cuáles son las aspiraciones de nuestros clientes y cómo podemos ayudarle a satisfacerlas?
- ¿Qué tareas tiene que realizar nuestro cliente y cómo podemos ayudarle?
- ¿Qué necesitan los mejores clientes de nuestros mejores clientes? ¿Cómo podemos ayudar a nuestros clientes a añadir valor?
- ¿Qué tipo de relación espera nuestro cliente que construyamos con él?
- ¿Por qué valor(es) está dispuesto a pagar el cliente?
- ¿Cómo se dirige y se logra preferiblemente nuestro cliente?
- ¿Cómo encajamos nosotros, como empresa, en sus rutinas de la mejor manera posible?

(Osterwalder, 2013)

Juntos pueden incluso co-crear el viaje"ideal" del cliente, (re)diseñar propuestas de valor, productos y servicios, procesos en línea y fuera de línea, relaciones con el cliente y experiencias del cliente.

Al igual que el mundo de la empresa, el marco de referencia de sus clientes también cambia constantemente. Al mantener diálogos orientados al futuro con los clientes de forma regular, un empresario (y su equipo de I+D o gerente de producto) obtendrá un flujo constante de información para la innovación.

Las tecnologías digitales para hacer cada vez mejores predicciones del comportamiento de los clientes mejoran día a día. La analítica de datos se utilizará cada vez más para predecir el comportamiento de los clientes y las máquinas, así como la demanda de productos o servicios. Los clientes que participan en el desarrollo de productos y servicios se convertirán en algo habitual. Se convierten en una parte integral de los modelos de negocio inteligentes al proporcionar información sobre sus necesidades individuales y su uso de productos y servicios. El diseño y la implementación de nuevos modelos de negocio inteligentes deberán permitir la integración activa de la co-creación con los clientes.

Aunque el paradigma de negocio a menudo afirma que el cliente está en el centro, tiene sentido mirar este paradigma desde otras perspectivas. Los desarrollos y soluciones encontrados en otras industrias y campos de trabajo pueden servir a una empresa como inspiración o como clave para innovaciones (de vanguardia). La historia muestra que muchas innovaciones radicales y de época se desarrollaron sobre tecnologías completamente nuevas. Hace algunas décadas, no había necesidad de teléfonos móviles. Se trataba de una tecnología que permitía el desarrollo y, en consecuencia, se estableció un mercado completamente nuevo. Otro ejemplo, mucho más antiguo, pero aún muy relevante, está relacionado con Michael Faraday, quien en el siglo XIX descubrió la inducción. Sin ella no podemos imaginar la vida de hoy: se utiliza para la radio, la televisión, las máquinas, los coches eléctricos, los teléfonos móviles y los ordenadores. Cuando el Ministro de Hacienda le preguntó sobre los beneficios del descubrimiento, el inventor respondió: "No sé por qué es útil, pero estoy seguro de que su sucesor cobrará impuestos por ello".

Richard Branson (Raymundo, 2014) logró convertir a Virgin en una potencia mundial. Para él, lo más importante son los empleados, no los clientes. Parece ser un enfoque radical, pero la lógica detrás puede explicar este importante concepto de negocio. Los empleados satisfechos y creativos son lo más importante para el desarrollo de nuevos modelos de negocio y productos. Si contamos con estas personas, podrán hacer su trabajo perfectamente,

identificar las necesidades del mercado y preparar soluciones creativas. Por consiguiente, estos productos crearán valor para el cliente y producirán resultados económicos.

4.3. Oportunidades de negocio SMART

Un dispositivo o una máquina conectada se convierte en algo completamente nuevo, desdibujando las líneas entre producto y servicio. De manera similar, una empresa que produce dispositivos industriales interconectados puede convertirse en una empresa fundamentalmente diferente (Annunziata, 2014b).

Nuestra encuesta muestra que la mayoría de los encuestados se enfrentan a retos cuando se trata de (nuevos) modelos de negocio, basados en la industria inteligente (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018).

Se trata de crear valor

El valor no lo determinan los que fijan el precio. "El valor lo determinan los que deciden pagarla". (Simon Sinek)

El valor del cliente es el núcleo de un modelo de negocio (capítulo 4.6.4.1.). Para poder ofrecer el valor adecuado al cliente y desarrollar un modelo de ingresos correspondiente, es necesario responder a algunas preguntas importantes: ¿Quién es exactamente su cliente?, ¿cuáles son sus aspiraciones y trabajo(s) a realizar?, ¿qué le impide alcanzarlos (mejor, más rápido, más fácil, más placenteramente)?, ¿cuáles son sus opciones actuales y por qué valor quiere pagar (más)?

En general, los clientes no están realmente interesados en comprar productos o servicios. Están interesados en soluciones y en formas de hacer las cosas de una manera más rápida, más barata, más agradable o más conveniente en comparación con las alternativas percibidas. El valor no está en el producto o servicio en sí, sino en el uso del mismo. El valor de la oferta de una empresa viene determinado por sus beneficios tangibles e intangibles, vistos desde el punto de vista del cliente. La medida en que una empresa logra crear continuamente valor para el cliente, determina su competitividad y éxito. Se puede distinguir el valor económico (una oferta proporciona reducción de costes, aumenta los ingresos), el valor funcional (ahorra tiempo y esfuerzo, es fácil de usar, libera a los clientes), el valor emocional (ofrece aprecio, atención, diseño, sorpresa, diversión), el valor simbólico (sentido de pertenencia, estatus) y el valor social (seguridad, salud, medio ambiente). Los modelos de negocio exitosos generalmente combinan estos diferentes tipos de valor.

El valor percibido se determina por:

- El tamaño y la importancia de un problema, necesidad, molestia o desafío; el"dolor" o"deseo" que un cliente encuentra,
- La medida en que una oferta resuelve un problema o sirve como valor añadido (la "ganancia"),
- El número de proveedores que, desde la perspectiva del cliente, ofrecen algo similar (opciones),
- El carácter distintivo (singularidad) de una oferta o de su proveedor,
- El tiempo entre las necesidades identificadas y los productos adecuados del mercado (time to market).

La industria cambia y aumenta las oportunidades para que las empresas creen (más) valor. La combinación de un profundo conocimiento del cliente con tecnologías inteligentes creará nuevas oportunidades de negocio que pueden dar lugar a nuevos conceptos de productos y servicios valiosos e integrados, así como a modelos de negocio interesantes o incluso perturbadores.

Gartner (2014) predice que ya en 2020, uno de cada cinco coches estará conectado de una forma u otra. ¿Qué significa esto para la industria automotriz? ¿Proporcionarán servicios además de los automóviles? ¿Desarrollar modelos de negocio completamente nuevos, como los mercados de diseño en Internet? ¿Y qué empresas que aún no están en este mercado, se unirán al mercado automotriz conectado? ¿Y quién gana dinero con qué tipo de valor añadido? Las empresas con un modelo de negocio basado en el valor del cliente y sus soluciones, tendrán excelentes oportunidades de generar beneficios en cualquier mercado ("[Sin título]", n.d.-b).

Smart Industry ofrece a las empresas manufactureras nuevas oportunidades de negocio:

- Creación de productos inteligentes (digitalizados y personalizados);
- Creación de valor con datos (grandes);
- Desarrollo de servicios inteligentes y soluciones totales (servilización);
- Contribuir a las cuestiones sociales, aplicando soluciones técnicas inteligentes.

La digitalización de productos y la Ingeniería Inteligente puede realizar la producción de productos específicos del cliente (modulares) a la velocidad y al precio de productos en masa. Generará mucha información y datos que podrán ser utilizados para mejorar los productos y servicios existentes y para desarrollar nuevas ofertas a la medida del cliente. Ofrecer servicios añadidos, soluciones totales o incluso productos con servicio, aliviará a los clientes y puede convertirse en una parte sustancial de los ingresos de una empresa manufacturera. El enriquecimiento y análisis de datos puede proporcionar nuevos modelos de ingresos. Las tecnologías más avanzadas y las nuevas formas de recopilar e interpretar datos pueden proporcionar nuevos conocimientos e incluso soluciones para problemas sociales y medioambientales"pegajosos".

4.3.1. Productos inteligentes

"Smart Industry digitaliza e integra procesos en toda la organización, desde el desarrollo de productos y compras, hasta la fabricación, la logística y el servicio. Todos los datos sobre ventas, procesos de operaciones, eficiencia de procesos y gestión de calidad, así como la planificación de operaciones están disponibles en tiempo real, apoyados por sistemas TIC y software (p.ej. realidad aumentada) y optimizados en una red integrada. Mediante la integración de nuevos métodos de recopilación y análisis de datos, las empresas pueden generar datos sobre el uso de los productos y refinarlos para satisfacer las crecientes necesidades de los clientes finales" (PWC, 2016b).

Como muestra nuestra encuesta, el "desarrollo de nuevos productos" tiene una alta puntuación cuando se trata de oportunidades para implementar soluciones inteligentes (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018). La tecnología de Internet afecta principalmente a los productos mismos. Después de la entrega, pueden informar al proveedor sobre cómo se utilizan, lo que es útil, por ejemplo, si desea aplicar un modelo de negocio de pago por uso. También pueden informar si se requiere mantenimiento y pueden recibir actualizaciones de software. En cierto modo, los productos cobran vida de esta manera (van Ede, 2017b). Los productos inteligentes son fáciles de usar, atractivos (toque humano) y están conectados digitalmente. Están diseñados con unos costes totales mínimos durante su vida útil (en energía, materiales, transporte). Los productos inteligentes tienen inteligencia incorporada, por lo que pueden comunicarse con su entorno (usuarios, pero también con cualquier administrador remoto). Los productos inteligentes serán específicos del cliente (bienes de capital) o incluso ultrapersonalizados (productos de consumo). Además, estos productos están diseñados para la reutilización de componentes y la producción flexible (n = 1) ("Smart Industry haeft als ambitie dat Nederland in 2021 het meest flexibele en het beste digitaal verbonden productienetwerk van Europa heeft. - Industria Inteligente", 2018b).

La fabricación de productos inteligentes (smart(er)) se puede hacer por medio de:

- Añadir características digitales a los productos existentes (como cámaras y sensores y dispositivos de comunicación para conectarlos),
- Combinar productos digitales y servicios (basados en datos), ofreciendo a los clientes soluciones integrales,
- Usar el análisis de datos para crear productos como servicio y crear una plataforma en línea para el acceso de los clientes al contenido y a los servicios basados en fechas,

- Integrar datos externos y productos y servicios de otras empresas en la oferta y plataforma de uno, con el fin de liberar a los clientes. Esto significará la cooperación con otros proveedores y/o la integración de la cadena de valor, construyendo un ecosistema centrado en el cliente (PWC, 2016a).

La disponibilidad de datos y las nuevas tecnologías de producción mejoran el conocimiento y el control del proceso de producción, haciendo posible una mejora de la calidad gigantesca (por ejemplo, cero defectos).

4.3.2. Creación de valor basada en Big Data

Las organizaciones del futuro son organizaciones basadas en datos, ganando dinero a través de la recolección, agregación, análisis y (re)venta de datos.

Nuestra encuesta muestra que, en estos momentos, los datos se utilizan principalmente para la optimización y la eficiencia (Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering, 2018).

El paisaje de datos es un campo de trabajo propio con muchos aspectos como infraestructura, análisis, aplicaciones (de datos inteligentes), fuentes de datos, gestión de datos, nubes y plataformas. Muchas empresas ya utilizan la analítica de datos para analizar e informar sobre los procesos, centrándose principalmente en el uso de la analítica de datos para controlar y mejorar la planificación general del negocio y las operaciones de fabricación. Pero estos enfoques son sólo el principio. Hay otros usos para el análisis de datos que muchas menos empresas tienen en su pantalla de radar. Esto incluye mejores oportunidades de I+D, un mejor servicio y mantenimiento de los productos de las empresas propiedad de los clientes, y una mejor cooperación y toma de decisiones con los clientes y las empresas asociadas. Esto abre posibilidades para nuevas ofertas de servicios y formas de trabajo. Para tener éxito, las empresas tendrán que utilizar los datos de forma predictiva y con visión de futuro que den sentido a la evolución del mercado y al comportamiento de los clientes para mejorar los productos y desarrollar nuevos productos y servicios (PWC, 2016c).

El propósito de la recolección y análisis de datos puede ser:

- **Descriptivo**: para averiguar lo que sucedió en el pasado
- **Diagnóstico**: entender por qué ha ocurrido algo
- **Predictivo**: para saber lo que puede pasar
- **Prescriptivo**: para determinar cómo se puede lograr el resultado deseado.

(Yaqin, 2016)

Los datos de uso de los productos/máquinas se recogen para mejorar la investigación y el desarrollo, la calidad y las operaciones, para crear ofertas personalizadas y personalizadas basadas en el perfil del usuario y para crear nuevos productos y servicios.

Al comenzar a recopilar datos, muchas empresas se enfrentan a un dilema. ¿Debería partir de la idea de recopilar la mayor cantidad de datos posible, analizarlos y combinarlos más tarde y `esperar' que haya recopilado los datos correctos para destilar tendencias y predicciones? ¿O debería empezar por idear lo que estratégicamente necesita saber y aplicar en un plazo de 3 a 5 años para decidir qué datos esenciales y específicos debe recopilar y analizar en el próximo período? Formular una pregunta específica a la vez, hacer un inventario de sus recursos de datos internos y externos, hacer una lista de variables y parámetros que se relacionan con su pregunta y hacer una lista de los conjuntos de datos que necesita, pueden ser unos buenos primeros pasos. La siguiente fase consistiría en"limpiar" o filtrar sus datos antes de analizarlos, combinarlos, validarlos y traducirlos en conocimientos que puedan convertirse en (nuevas) especificaciones, funciones tecnológicas, productos y servicios valiosos.

Mediante la monitorización tanto de productos como de procesos, a través del control remoto, es posible optimizar productos y procesos en tiempo real.

4.3.3. Servicios inteligentes (servilización)

"La servicialización comienza con poner a su cliente en el centro. Trate de mirar más allá de su producto y piense cuidadosamente qué servicios adicionales son necesarios para ofrecer a su cliente una experiencia óptima. El siguiente paso es conectar sus productos y utilizar los datos resultantes para mejorar aún más la experiencia del cliente". ("Wat kan servitization jouw bedrijf opleveren? - MT.nl," 2017)

La innovación en los servicios está aumentando en las grandes empresas industriales y multinacionales. Amplían su oferta proporcionando soluciones digitales (disruptivas) tales como servicios basados en datos y soluciones de plataforma integradas ("Industry 4.0: Building the digital enterprise", 2016). Las empresas manufactureras se convierten en proveedores de servicios o incluso en proveedores de soluciones integradas (fabricación como servicio), convirtiendo los departamentos de servicio en centros de beneficio en lugar de centros de coste. Una mayor conciencia de las PYME manufactureras en el trato con los servicios, independientemente de que se sumen o no a su actual cartera de productos, puede significar mayores ventas, un mejor rendimiento de las inversiones y una mejor relación con los clientes.

La innovación en los servicios, incluso más que la innovación en los productos, requiere la comprensión del cliente y la co-creación. Definir una propuesta de valor de otra manera, por ejemplo, suministrando productividad en lugar de vender sistemas de producción, abre nuevas formas de entregar valor. Depende de la empresa encontrar la combinación óptima de producto(s) y servicio(s) o servicios completamente nuevos en línea con sus cualidades, ambiciones y visiones principales.

La innovación en los servicios requiere nuevos principios organizativos, nuevas estructuras y procesos, y se distingue de las innovaciones de productos, especialmente en el área del desarrollo social (organización y cultura empresarial) y del desarrollo empresarial. La innovación en los servicios ofrece muchas oportunidades de innovación, pero a menudo significa una conversión en la estrategia y la organización de una empresa, especialmente en el caso de una organización orientada al producto. La Servitización es el proceso por el cual los servicios juegan un papel cada vez más importante en los modelos de negocio de las empresas orientadas a productos. Convertirse en un proveedor de servicios, afectará la posición estratégica de una empresa y las relaciones con sus clientes. En su forma más básica, un fabricante lleva a cabo únicamente servicios elementales de instalación y mantenimiento, derivados de las obligaciones de garantía (servicios postventa). Un siguiente paso es pasar a servicios más proactivos, pasando de centrarse en el producto a centrarse en el uso de un producto y proporcionar todo tipo de servicios empresariales que lo complementen. De una manera inteligente: Combinar productos digitales y servicios basados en datos como añadido a soluciones. En caso de mantenimiento, una empresa puede empezar por determinar dónde se encuentran sus máquinas e instalaciones y trabajar desde allí hasta una situación en la que pueda ofrecer servicio de forma proactiva. Además del mantenimiento, una empresa puede ofrecer servicios de leasing (incluyendo la financiación de productos de hardware). A través de la Internet de los objetos (IO), de la tecnología 5G y de la cadena de bloques, se posibilitan servicios como el mantenimiento basado en la condición mediante la monitorización remota de las instalaciones.

En el papel de mayor alcance, una empresa no transfiere productos a los clientes, sino que ofrece valor (por ejemplo, tiempo de actividad garantizado / aumento de la productividad) a través de productos basados en datos como un servicio, incluyendo el mantenimiento predictivo para aliviar a sus clientes en todo el camino como un socio de valor. Una plataforma on-line para el acceso de los clientes a los contenidos y servicios basados en fechas se puede lograr mediante asociaciones o alineaciones con las plataformas existentes. El desarrollo de soluciones de plataforma (digital) que fusionen múltiples aplicaciones y componentes, puede reforzar este papel y posición.

Fig. 5.2: Una tipología de estrategias de servicio. Adaptado de 'Service addition as business market strategy: identification of transition trajectories', International Journal of Service Industry Management , 21, p. 698. (Matthyssens & Vandenbempt, 2010)

La plataforma de acceso de clientes mencionada anteriormente constituye una importante interfaz entre la empresa y sus clientes. Esta interfaz de usuario es un vínculo interactivo entre un ser humano y una máquina. Una interfaz de usuario tiene como objetivo ayudar al cliente de forma proactiva, por ejemplo, de forma visual o remota. Aquí es precisamente donde una empresa manufacturera puede añadir mucho valor al cliente. Por ejemplo, para informar a un cliente de que hay un defecto en su máquina, incluso antes de que el cliente se dé cuenta (Geertsma, n.d.). Gracias al desarrollo aún más rápido de la tecnología y de las redes de datos, se pueden desarrollar interfaces más inteligentes orientadas al cliente, por ejemplo, aplicaciones de asistencia digital.

Estrategia y gestión de servicios

La adición de servicios inteligentes a bienes tangibles, máquinas o productos, da a las PYMEs fabricantes la oportunidad de añadir valor al cliente y de desarrollar nuevos modelos de negocio y de ingresos.

Valor añadido total = valor añadido del producto + valor añadido del servicio + una combinación de valor añadido de la máquina y del servicio (van Looy, Gemmel y Dierdonck, 2003).

Se necesita una estrategia de servicio y crecimiento para decidir qué valor de servicio desarrollar. Una buena estrategia de servicio debe responder a preguntas como:

- ¿Cuáles son las necesidades y expectativas de nuestros clientes?

- ¿Qué queremos que sea el valor de nuestros clientes? Por ejemplo, pasar de la entrega después de la venta a un auténtico socio de valor.
- ¿Qué se necesita para llegar allí? ¿Qué es lo que hay que cambiar en nuestra empresa? ¿Cómo vamos a transferir nuestra cultura de orientación a productos a la orientación a servicios?
- ¿Qué tipo de servicios podemos ofrecer (por ejemplo, consultoría, formación, mantenimiento, etc.)?
- Relacionado con el mantenimiento:
    - ¿Cuál es la vida técnica de nuestras piezas y activos (de máquinas)?
    - ¿Qué tipo de estrategias de mantenimiento son útiles y valiosas para nuestros clientes?
    - Los modelos TCO (Total-Cost-of-Ownership) aumentan su popularidad. Pero, ¿qué significa TCO para nuestros procesos de negocio, financiación y prestación de servicios?
- ¿Cuál será nuestro modelo de ingresos por servicio(s)?

Se pueden distinguir diferentes tipos de conceptos de mantenimiento:

- **RCM** (Reliability Centered Maintenance), basado en la fiabilidad
- **TBM** (Time Based Maintenance), basado en intervalos de tiempo
- **TPM** (Total Productive Maintenance), optimizando la disponibilidad de la máquina.
- **CBM** (Condition Based Maintenance), mantenimiento condicionado por estado
- **Run-To-Failure**
- Combinaciones de las anteriores.

Por el momento podemos ver un cambio de mantenimiento basado en el tiempo (mantenimiento preventivo periódico) a mantenimiento predictivo (mantenimiento preventivo tan pronto como una máquina indique que es necesario).

Los servicios pueden ser entregados a los clientes en diferentes niveles, en diferentes formas y dentro de diferentes relaciones con los clientes. El mercado de servicios puede clasificarse de genérico a altamente específico: desde el servicio de piezas genéricas y el servicio de proceso/aplicación hasta servicios completos centrados en el cliente. (fig. 5.2). Cada tipo de servicio exige una organización específica y competencias específicas.

Las TIC no pueden ser ignoradas en una buena política de gestión de servicios, utilizando software y sistemas específicos. Los PDs, por ejemplo para el registro de recibos, pueden vincularse a este sistema, alimentando informes interactivos, administración financiera y contratos (por ejemplo, SLAs con acuerdos de tiempo de actividad).

Muchos constructores de máquinas (PYMEs) todavía no reciben muy bien la información actualizada sobre las máquinas instaladas, incluidos los componentes de mantenimiento suministrados. La gestión de documentos da dolor de cabeza a muchas PYMES. Las piezas de fábrica suministradas a menudo no se corresponden con los planos originales. Para las acciones de retirada es esencial saber qué partes estratégicas entraron en cada máquina (seguimiento y rastreo de las partes). Además, las actualizaciones de software (a menudo parcialmente específicas del cliente) no están bien registradas, lo que provoca fallos e incluso la parada de las máquinas.

El desarrollo de una estrategia de piezas de recambio y la gestión de piezas de recambio pueden dar lugar a unos beneficios empresariales decentes. La clasificación de las piezas de repuesto puede ser un primer paso: Las piezas A (genéricas) se pueden comprar en todas partes, las B (más especializadas) y las C = piezas (sólo se pueden pedir al propio fabricante de la máquina). También puede asegurar una relación sostenible con los clientes y un alto margen (nuevo) modelo de ingresos, debido al sistema de bloqueo de la entrega de piezas en C. Haciendo que las máquinas y las piezas de repuesto sean inteligentes a través de la conectividad, el mantenimiento predictivo puede ser posible. En algunos años, las máquinas conectadas pedirán sus propias piezas de recambio justo a tiempo, por sí solas.

En muchas PYMEs de construcción de maquinaria, un elemento de alto coste es mantener en stock piezas de máquinas que se han construido hace mucho tiempo. Una lista de piezas obsoletas con una estrategia de retirada progresiva puede ser una oportunidad para provocar la venta de una nueva máquina.

4.3.4. Contribuir a los problemas sociales y medioambientales con soluciones técnicas inteligentes

Como hemos visto en los capítulos anteriores, la industria inteligente abre nuevas formas de utilizar los recursos de forma más eficiente, como la reducción de la necesidad de materias primas (por ejemplo, mediante la fabricación de aditivos) y el consumo de energía (por ejemplo, mediante el mantenimiento a distancia).

La Industria Inteligente en relación a temas sociales y ambientales, también ofrece oportunidades de negocio a las empresas manufactureras. Por ejemplo, mejorando o proporcionando nuevas soluciones (técnicas) para la energía sostenible, los dispositivos médicos asequibles, la seguridad y la movilidad sostenible y fiable. "En el ámbito de la industria inteligente, las TIC, la mecatrónica, la robótica y la fabricación son tecnologías esenciales para hacer frente a los grandes retos a los que se enfrenta nuestra sociedad. Las nuevas tecnologías robóticas, los sistemas de movimiento de precisión y las técnicas de accionamiento energéticamente eficientes pueden, por ejemplo, ayudar de forma constructiva a abordar los problemas a los que nos enfrentamos en los ámbitos del cambio climático (vigilancia medioambiental, pero también producción más eficiente), la energía (diseño eficiente de máquinas), la salud (diagnóstico novedoso o intervención robótica), la movilidad (transportes inteligentes coordinados) y la seguridad (vigilancia y prevención o detección inteligentes)". Además, la Smart Industry asegura que estos productos y servicios puedan ser entregados de manera eficiente y de punto a punto, manteniendo la innovación y la realización cerca unos de otros. ("[Sin título]," n.d.-c)

Los próximos modelos de ingresos relacionados con la servilización, como "productos como servicio" (véase el capítulo 5.3.5), en los que un producto vendido sigue siendo propiedad del productor, requerirán y contribuirán a una gestión avanzada e integrada del ciclo de vida, incluyendo (el diseño para) reutilizar, renovar y reciclar.

4.3.5. Modelos inteligentes de ingresos

Un modelo de ingresos muestra cómo el valor creado por una empresa se convierte en uno o varios flujos de ingresos. Un modelo de ingresos no es la piedra angular de un modelo de negocio, es una parte integral del mismo. Describe quién pagará por qué valor y cómo se cobra a los clientes. Y, por supuesto, los costos incurridos para desarrollar y entregar este valor. El modelo de ingresos determina el precio de los productos y servicios.

Una empresa puede soportar un modelo de ingresos (por ejemplo, precio por producto), pero también puede adoptar múltiples modelos de ingresos (por ejemplo, precios fijos para las máquinas y tarifas horarias para el mantenimiento).

> Un proveedor de software puede cobrar por paquete de software, por transacción del cliente u ofrecer el software barato o incluso gratuito, cobrando por actualizaciones o servicios tales como asesoramiento y formación. Así que el mismo producto ofrece múltiples posibilidades de méritos.

Uno puede abordar la innovación de un modelo de ingresos de cuatro maneras diferentes:

1. Ofrecer más, valor diferente o nuevo y ajustar el modelo de ingresos en consecuencia.
   Por ejemplo, una cuota de suscripción para el mantenimiento preventivo de las máquinas.

2. Hacer del modelo de ingresos *una razón para* que los clientes compren y se queden:

- Eliminar los umbrales financieros al evitar grandes inversiones para los clientes, por ejemplo, ofreciendo construcciones en arrendamiento. O para ofrecer un precio bajo del producto en combinación con un contrato de servicio. Otra posibilidad es hacer que los costes fijos sean variables, por ejemplo, un fabricante de maquinaria puede cobrar el alquiler por hora, el pago por el tiempo de actividad o el pago por producto producido en su máquina. La tendencia "de la propiedad al acceso" desplazará los riesgos financieros de los clientes a los proveedores. Una desventaja para las PYMEs es que no disponen de suficiente capital para ofrecer este tipo de modelos de ingresos.
- Ofrecer suscripciones (contratos de mantenimiento, servicios financieros, consultoría, servicios de ingeniería/revisión, servicios de datos, soporte de servicio (ayuda digital), entrega de repuestos especiales y existencias, etc.). De esta manera, una empresa puede vincular a sus clientes. Este tipo de modelos de ingresos ofrece a los clientes claridad y seguridad en la entrega y garantiza a los proveedores unos ingresos regulares durante la vigencia del acuerdo.
- Ofertas diferenciadas o modulares; diferentes precios para diferentes tipos de servicios o un paquete básico al que el cliente puede añadir productos o servicios. Los clientes tienen la oportunidad de elegir algo que se adapte a sus necesidades y presupuesto. De este modo, un proveedor puede atraer a varios grupos de clientes.

3. Hacer *visible* el valor de los bienes y servicios que ahora se suministran gratuitamente, y pedir valor (en cualquier forma) a cambio. Podrían ser horas de ingeniería para ofertas, servicios postventa o datos que se proporcionan a los clientes.

4. Utilizar y valorar mejor los recursos de una empresa, incluyendo los datos. Por ejemplo, su cliente puede estar muy interesado en los datos que está generando para la monitorización del estado de sus productos o máquinas instaladas (5.3.2, Creación de valor con datos).

Otra forma de cobrar a un cliente, a menudo significa que se está dirigiendo a nuevos grupos objetivo o que la oferta de una empresa está cambiando. Por el contrario, una nueva oferta o un nuevo grupo objetivo puede significar razones y oportunidades para un nuevo modelo de ingresos.

Los modelos de ingresos relevantes para las empresas manufactureras son:

- El modelo tradicional de venta de productos y facturación horaria de servicios (añadidos) (modelos de intercambio);
- Alquiler, licenciamiento, hosting (modelos de utilidad);
- Modelos de ingresos basados en el consumo medido (modelos de suministro):
  Los clientes pagan por el uso o consumo de productos o servicios *(pago por uso).* A menudo se ofrece un precio básico con un recargo por uso, en forma de suscripción. *Prepago, Paga y Habla o Paga y Habla* son formas en las que usted paga por adelantado por un crédito. El crédito se cargará cuando el servicio se utilice realmente.
- Los clientes pagan por el valor que realmente se entrega (modelos de rendimiento), por ejemplo, *acuerdos de tiempo de actividad* en las máquinas;
- *Residuos" como mercancía*, por ejemplo, muebles de diseño de madera recuperada (reutilización o modelos circulares);
- Ofrecer productos y servicios gratuitos o de bajo costo, mientras que los clientes pagan por (repuestos), servicios o actualizaciones. Como impresoras relativamente baratas con cartuchos de tinta caros o servicios adicionales pagados de Skype y Spotify (modelos básicos o gratuitos).

Los modelos de ingresos *inteligentes* combinan estos principios y modelos existentes con nuevas posibilidades técnicas. Al definir sus productos de otra manera, se pueden añadir o crear servicios (nuevos). Piense en servicios de leasing, seguros o logística. Debido a la conectividad de los productos y máquinas y a los datos proporcionados

por ellas, los modelos de ingresos (compuestos) como el precio dinámico, el pago por uso, el pago por tiempo de actividad o el pago por producto/parte aprobado, se aplicarán cada vez más en la industria. Dejar que la creatividad de la empresa cumpla su propuesta de valor con (una mezcla de) productos, servicios y aplicaciones (por ejemplo, los usuarios pagan por el uso de la luz en lugar de comprar lámparas).

4.4. SMART Innovación de productos, procesos y servicios

Autor: Prof. Dr. Borut Likar, MBA

Tiempo limitado, opciones ilimitadas

Las estrategias de mercado a prueba vaivenes y las carteras de productos a prueba de vaivenes se crean combinando dos fuerzas principales que interactúan: el empuje de la tecnología y la atracción del mercado. La continua investigación, desarrollo e innovación centrada en el cliente y basada en tecnologías puntera, es la base para una gestión efectiva e inteligente de los productos. Con las necesidades de los clientes en constante cambio y opciones técnicas casi infinitas para satisfacerlas, la gestión de productos, así como la investigación y el desarrollo obtendrán cada vez más las características de la gestión de la innovación.

Gestión de la innovación en SMeART Industries

La innovación es vital para la competitividad europea en la economía mundial. La UE está aplicando políticas y programas que apoyan el desarrollo de la innovación para aumentar la inversión en investigación y desarrollo, y para convertir la investigación en mejores bienes, servicios o procesos para el mercado. Como destaca la política industrial de la UE, la industria es crucial para la competitividad de la UE y la innovación es un factor clave a este respecto. Es especialmente importante en el caso de la industria 4.0.

4.4.1. Desarrollo de una cartera de innovación inteligente

En primer lugar, hay que subrayar que las empresas que innovan y que también se ocupan de diversos tipos de innovaciones son más resistentes a los golpes y sobreviven más fácilmente a las recesiones económicas. Por lo tanto, es importante no limitarse únicamente al desarrollo de nuevos productos. Las actividades de innovación aportan un mayor valor si son equilibradas y abordan diferentes tipos de innovaciones:

- Producto (que resulta en nuevos productos o servicios o en mejoras de productos o servicios antiguos)
- Proceso (que resulta en mejores procesos dentro de la organización - por ejemplo, reingeniería de procesos de negocio)
- Innovación en la comercialización (incluidas las funciones de promoción, fijación de precios y distribución de productos)
- Organización (que mejora la forma en que se gestiona la organización)
- Innovaciones de procesos (mejora de todos los procesos, también I+D y procesos de producción en la industria inteligente)

Tipología adicional de innovaciones:

- Innovaciones tecnológicas y no tecnológicas
- Para la industria inteligente, las innovaciones tecnológicas son importantes, por ejemplo, los avances tecnológicos basados en la interfaz de programación de aplicaciones API. Al mismo tiempo, las innovaciones no tecnológicas están relacionadas con el rendimiento de la empresa y también con el mercado o mercados.

- Innovaciones incrementales y radicales
- Aunque las innovaciones incrementales a menudo representan mejoras más pequeñas relacionadas con resultados financieros menores, podemos esperar muchas de ellas en las empresas. Por otro lado, las innovaciones radicales pueden traer enormes resultados financieros, pero son raras y a menudo arriesgadas - por ejemplo, el inventor del motor/avión turbo reactivo fue De Havilland (Comet), pero el ganador final fue Boeing, que en realidad fue un seguidor de la innovación.
- Concepto de empuje tecnológico y de atracción hacia el mercado
- Algunas innovaciones son impulsadas estrictamente por la tecnología (por ejemplo, los aviones eléctricos, en los que el cuello de botella son las baterías de alta capacidad), otras siguen el concepto de"market-pull" (por ejemplo, el desarrollo de la cámara digital y el software de edición de fotos).

Fig. 5.3 Tipología de la innovación. Las empresas que están innovando y también abordando diversos tipos de innovaciones, son más resistentes a los golpes.

Hay algunos otros tipos, que se están volviendo cada vez más importantes en los últimos años:

- Eco-innovation
  Es la producción, asimilación o explotación de un producto, proceso de producción, servicio o método de gestión o de negocio que es novedoso para la organización (desarrollándolo o adoptándolo) y que da lugar, a lo largo de su ciclo de vida, a una reducción de los riesgos medioambientales, la contaminación y otros impactos negativos sobre los recursos utilizados (incluido el uso de energía) en comparación con las alternativas pertinentes.
- Social innovations
  Se trata de nuevas estrategias, conceptos, ideas y organizaciones que buscan satisfacer las necesidades sociales derivadas de las condiciones de trabajo, la educación, el desarrollo comunitario y la salud. Estas ideas se crean con el objetivo de ampliar y fortalecer la sociedad civil.

Para una empresa inteligente es importante tener en cuenta todo tipo de innovaciones, ya que cada una de ellas puede aportar beneficios. Pero, por supuesto, debe centrarse en los que están relacionados con el negocio principal de la empresa inteligente.

4.4.2. Gestión de la innovación

Según las palabras del gurú de la gestión Peter Drucker, cada organización necesita una competencia clave: la innovación. Es el proceso por el cual las empresas mejoran su competitividad y rentabilidad. Las innovaciones se traducen en el desarrollo de nuevos productos y servicios, nuevas características de los productos y servicios existentes y nuevas formas de producirlos o venderlos, o en un enfoque diferente de cualquier otro proceso dentro de la empresa. Las formas completamente nuevas de hacer negocios se denominan a menudo nuevos modelos de

negocio, que aportan mayor valor añadido. Podemos decir que la innovación no es sólo un proceso, es una forma de vida.

Si queremos establecer o mejorar la innovación dentro de la organización, no existe un procedimiento uniforme para hacerlo. Pero hay muchos elementos y conceptos que pueden ayudar a las empresas a lograr el rendimiento innovador. La gestión de la innovación comienza con la definición de la estrategia y el establecimiento de los objetivos de innovación. Una estrategia de innovación es una estrategia de respuestas eficientes a la competencia. El desarrollo de estrategias de innovación exitosas es a menudo difícil, lo que explica por qué muchas empresas optan por no hacerlo, a pesar de que los beneficios de la innovación son ampliamente comprendidos.

El alcance de la innovación

Los objetivos de innovación más comunes son los siguientes (Likar & Fatur, 2007):

- Aumentar el valor añadido para los clientes
- Reducir los costos de productos y servicios
- Aumentar la tasa de éxito de la innovación
- Mejorar la calidad del producto/servicio
- Aumentar la eficiencia del desarrollo
- Aumentar la tasa de introducción de productos/servicios
- Acortar el tiempo de lanzamiento al mercado
- Desarrollar nuevas categorías de productos/servicios
- Crear nuevos modelos de negocio
- Mejorar las condiciones de trabajo de los empleados.

Construyendo la cultura innovadora

Si la empresa quiere alcanzar los objetivos mencionados y similares, la construcción de la cultura innovadora es esencial y abarca:

- Liderazgo de los visionarios y entusiastas defensores del cambio
- Apoyo de la alta dirección y fomento de la creatividad, tanto financiera como psicológica.
- Un sistema de comunicación eficaz. Los líderes comparten la visión del negocio con sus empleados y les permiten optimizar su potencial para alcanzar los objetivos del negocio.
- Flexibilidad hacia nuevas ideas y nuevos patrones de comportamiento. La organización creativa se adapta fácilmente al cambio y busca proactivamente nuevas oportunidades.
- Orientación al cliente
- Una cultura creativa está enfocada hacia el exterior, buscando ideas entre clientes, competidores, académicos, proveedores e incluso industrias con un enfoque diferente.

La cultura de la innovación puede ser desarrollada por:

- Selección de empleados innovadores
- Formación para la creatividad y la innovación
- Desarrollar una cultura del aprendizaje
- Capacitar a los empleados
- Configuración de esquemas de captura de ideas
- Desarrollar gestores que apoyen la innovación de los demás
- Hacer de la creatividad un requisito del trabajo
- Mejorar la participación de los empleados en la toma de decisiones
- Disponer de sistemas de recompensa adecuados para las innovaciones
- Permitir la asunción de riesgos como un modo aceptable de práctica
- Fomento de las inversiones en investigación y desarrollo
- Benchmarking (realizar activamente enfoques sistemáticos para localizar y evaluar las buenas prácticas en otros lugares en un intento de mejorar su propio desempeño).

Otras medidas importantes que afectan al entorno organizativo:

Responsabilidad de la innovación para todo el personal: Si bien algunas funciones estarán más directamente relacionadas con la innovación (por ejemplo, investigación y desarrollo, desarrollo de productos), todo el personal debería tener el mandato de actuar de manera innovadora dentro de sus funciones.

Sistema de recursos humanos que desarrolla y anima al personal a ser innovador. Esto requiere una dedicación a la formación, la educación, la tutoría y la recompensa del personal por comportamientos innovadores. El personal también necesita tiempo y recursos para detenerse a pensar en nuevas ideas, lo cual no sucederá mientras estén dedicando el 100% de su tiempo a la rutina diaria. Especialmente para las industrias inteligentes, la formación permanente centrada en las nuevas tecnologías y en sectores de rápido desarrollo es esencial.

Sistema de medición del rendimiento que mide el pulso innovador de una empresa. Entre las medidas sencillas que se utilizan a menudo figuran el gasto en innovación (a menudo denominado gasto en I+D), un porcentaje de nuevos productos (número de productos nuevos o modificados introducidos durante este período como proporción del número total de productos) y una serie de patentes en cartera.

Vínculos con la función de marketing: Comprender a los clientes, sus necesidades y la competencia es fundamental para dirigir los recursos a los sistemas de innovación. Los innovadores más exitosos entienden mejor las necesidades del cliente que los propios clientes. A menudo son capaces de identificar y resolver problemas antes de que el cliente se dé cuenta de que tal vez hay un problema, por no hablar de comprar una solución.

Procesos de ***adquisición*** y gestión del ***conocimiento*** que aportan constantemente nuevas ideas, información, conceptos y conocimientos a la organización. Esto puede ir desde cosas sencillas como recibir revistas comerciales, científicas, de ingeniería y profesionales, asistir a conferencias y participar en foros de industria hasta tener una capacidad de investigación integral. Cuando el conocimiento no está fácilmente disponible, los politécnicos, las universidades y los institutos de investigación tienen la capacidad de desarrollarlo para usted.

Sistemas de gestión de la propiedad intelectual que identifican, protegen, valoran, gestionan y auditan la propiedad intelectual (PI) de la organización. Esta propiedad intelectual es el nuevo conocimiento que surge del proceso de innovación, por ejemplo, puede ser una comprensión única de un proceso de producción que facilita una eficiencia o diseño superiores en un nuevo producto. Algunas organizaciones tienen dificultades para identificar su PI. Una forma de hacerlo es responder a la pregunta: ¿Qué sabemos y qué no sabemos de nuestros competidores y qué no queremos que sepan? ¡Una vez identificado, necesita ser protegido o los competidores lo descubrirán! Proteger su propiedad intelectual puede variar desde simplemente mantenerla confidencial, no sólo física sino también electrónicamente, hasta medios más formales como la protección de marcas, patentes y protección de variedades vegetales. Éstos son especialmente importantes para las tecnologías inteligentes. Por último, pero no por ello menos importante, uno de los instrumentos más importantes es ser más rápido que los competidores: Responder a las necesidades del mercado, desarrollar la novedad, vender el producto y cuando la competencia consiga copiarlo, ya tendrá uno nuevo. Este es también un concepto de Akrapovič, fabricante esloveno de sistemas de escape: uno de los mejores del mundo.

Fig. 5.4.: Casy Stoner con el sistema de escape de Akrapovič, permanentemente innovador. Algunos elementos están patentados y otros protegidos según el rápido concepto de "time to market". (Imágenes gratuitas de Google)

La innovación abierta es un concepto en el que las fronteras entre una empresa y su entorno se han vuelto más permeables; las innovaciones pueden transferirse fácilmente hacia adentro y hacia afuera entre las empresas y otras empresas y entre las empresas y los consumidores creativos, las instituciones académicas y los investigadores, lo que tiene como resultado impactos a nivel del consumidor, la empresa, la industria y la sociedad (colaboradores de Wikipedia, 2018). Al mismo tiempo, permite a las empresas buscar nuevas formas de comercializar sus ideas y conocimientos técnicos mediante la venta de derechos de propiedad intelectual, escisiones y otras formas. La agrupación de organizaciones similares y sus industrias de apoyo es una herramienta probada para asegurar el crecimiento colectivo compartiendo aquellas partes del proceso de innovación y de negocio en las que sus intereses se solapan (por ejemplo, la Red Europea de Agrupaciones de Automoción, una iniciativa que reúne a nueve de las iniciativas de agrupación más importantes del sector de la automoción de siete países europeos).

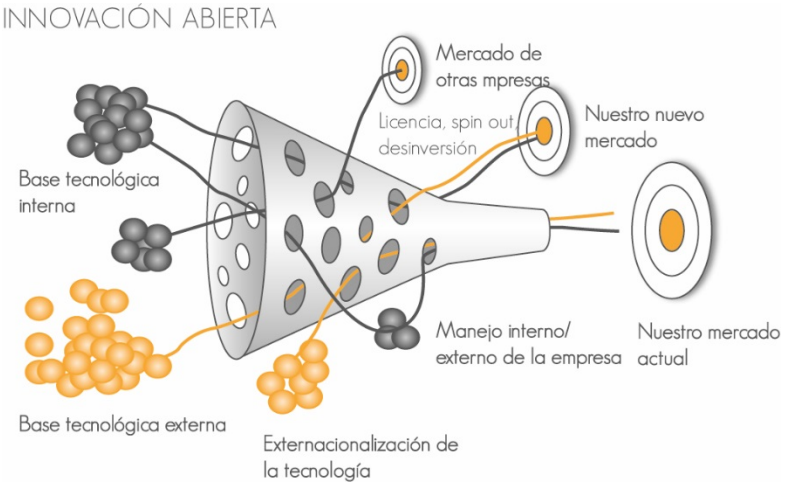


Fig. 5.5: Concepto de innovación abierta (Lubiewa-Wielezynsk, s.f.)

Estructura flexible y orgánica, que favorece el trabajo en equipo y estimula la creatividad de las personas. Tener una definición empresarial elástica ayuda a prevenir los instintos proteccionistas y la organización evita así la

defensa subconsciente contra los cambios necesarios. La dirección de la organización debe estar dirigida a dedicar una parte significativa de su tiempo a buscar oportunidades fuera de los límites del negocio que está gestionando.

Motivación de los empleados: Motivar a un empleado significa que debe sentir su éxito personal en el trabajo, su contribución positiva al objetivo de la empresa, su responsabilidad correspondiente a las habilidades, el reconocimiento de su rendimiento, la adquisición de nuevas experiencias y el desarrollo de habilidades.

Estilo de liderazgo participativo: Los gerentes se centran tanto en la tarea como en los subordinados y les permiten participar en el proceso de planificación y toma de decisiones.

Límites organizativos flexibles: No es necesario crear todas las innovaciones internamente. Las asociaciones pueden ser una estrategia útil para promover la innovación. Además del desarrollo, la adquisición puede ser una estrategia de innovación eficaz.

Manejar el riesgo: Una estrategia no debe ser monolítica; debe ser lo suficientemente variada como para permitir agilidad y flexibilidad organizativa. Debe recordar que la mayoría de las ideas de innovación no funcionarán, así que no piense en grande en términos de financiar cada una de las ideas innovadoras. La estrategia debería consistir en financiar una serie de ideas. Una experimentación de bajo riesgo es de vital importancia: invierta en muchas empresas, pero empiece de a poco. Aunque la mayoría de los nuevos emprendimientos fracasarán, se puede obtener un efecto de aprendizaje de cada uno de ellos. Los riesgos del proyecto deben distinguirse de los riesgos de la cartera: el riesgo de cualquier nuevo proyecto será alto, pero si hay suficientes proyectos de innovación, el riesgo de la cartera será manejable.

Transformar la estrategia organizacional: Una planificación estratégica típica es a menudo antitética a la hora de promover modelos y estrategias de negocio radicalmente innovadores. La innovación no puede limitarse a un cronograma de planificación estratégica programado, sino que debe ser continua. Además, la estrategia no debe limitarse al mismo grupo de tomadores de decisiones de alto nivel. Una estrategia innovadora no necesariamente viene de arriba, pero con demasiada frecuencia no aparece ni una palabra sobre la contribución estratégica en los criterios de desempeño para cualquiera que se encuentre por debajo del nivel de alto ejecutivo.

Otros factores, como la recopilación sistemática de todos los impulsos que pueden conducir a la innovación, el buen trabajo en equipo, la formación continua de los empleados, la capacidad de financiar las actividades de innovación (Likar y Fatur, 2007).

4.4.3. Desarrollo de un producto o servicio innovador

En cuanto al proceso de innovación, es posible definir etapas clave, como vía para lograr avances en la innovación. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la innovación es un fenómeno multicausal y no lineal, que se define como resultado de una amplia gama de vínculos, interacciones, ciclos y retroalimentación (Likar et al., 2013).

Atendiendo a estas consideraciones, podemos trazar las principales etapas:

A. Identificación de problemas/oportunidades
B. Redefinición del problema
C. Ideación
D. Pretotipado/Prototipado
E. Prueba y selección de ideas.

4.4.3.1. Conceptos de identificación de problemas/oportunidades

Encontrar nuevas oportunidades puede implicar:

- revisión periódica de las oportunidades externas e internas de la organización

- establecer los canales de comunicación adecuados (para"escuchar" las oportunidades)
- desarrollar metodologías para identificar tendencias y perspectivas (por ejemplo, tendencias en Cryptocurrency)
- percepción de las oportunidades de mercado (por ejemplo, los grandes cruceros)
- detección de las debilidades de la competencia (por ejemplo, un largo tiempo de respuesta para la entrega de las pizzas)
- detección de oportunidades tecnológicas (p. ej., tecnología de cadenas de bloqueo)
- conocimientos de instituciones académicas (relacionados con Spin-off, por ejemplo, conceptos de limpieza con plasma)
- construir sobre la base de nuestras propias aficiones (por ejemplo, Pipistrel - fabricante esloveno de aviones ultraligeros)
- requisitos de la legislación (por ejemplo, normas medioambientales para los motores de los automóviles).

Herramientas para la comprensión de problemas

Además de los conceptos mencionados, se dispone de herramientas concretas, como por ejemplo

El Diagrama de Ishikawa (diagrama de espina de pescado) se implementa normalmente en el contexto de un grupo, que está considerando las posibles causas de un problema que se divide en varios niveles de subcausas. De esta manera, gradualmente extraemos e identificamos las causas subyacentes o de raíz del problema básico. También podemos esperar ideas para soluciones.

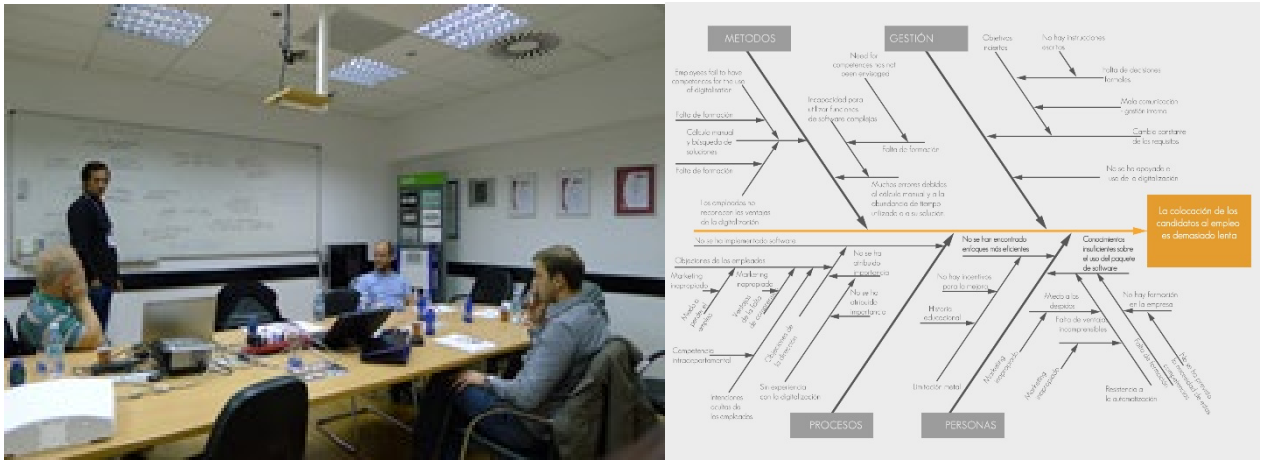


Fig.5.6.: Diagrama de Ishikawa en la práctica (fuente: Košmrlj, K., Širok, K., & Likar, B. 2015)

QaDIM (Quick and Dirty Method) está destinado principalmente a la identificación de oportunidades para innovaciones incrementales en un producto ya existente, pero en el proceso de descubrir problemas y oportunidades, también puede surgir una idea para una innovación revolucionaria.

Análisis FODA: Un problema o un desafío se aborda desde el punto de vista de sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

El TRIZ supone un enfoque sistemático de la revisión de las bases de datos sobre patentes. Enfocamos la solución de un problema redefiniéndolo en relación con problemas anteriores relacionados, las soluciones que podemos encontrar en la base de datos de patentes. El lema de esta herramienta es que "alguien en algún lugar ya ha resuelto un problema de este tipo (o muy similar)".

Delphi es un método largo y complejo, que intenta predecir futuros desarrollos en el campo bajo consideración (por ejemplo, el futuro de la energía fotovoltaica). Se basa en el trabajo individual de más personas que son expertos o conocedores del campo.

eMIP: Metodología para la identificación masiva de problemas presentes en la empresa y su entorno, pero que no se detectan con la suficiente claridad. Es muy apropiado para aplicar el concepto de innovación abierta, en el que también participan socios externos de la cadena de valor.

Innovation Cube orienta sistemáticamente a los participantes hacia una forma más amplia de considerar y abordar problemas y necesidades, oportunidades e ideas de novedades, así como hacia la búsqueda de nuevos mercados y tendencias futuras.

Entender al cliente

Muchas innovaciones son una respuesta a las necesidades de los clientes. Por lo tanto, es crucial entender la necesidad del mercado o de un cliente concreto. La empatía ayuda a comprenderlos mejor y a definir el problema adecuadamente. La empatía ayuda a estar orientada al ser humano/cliente en lugar de enfocarse en la tecnología, lo que puede resultar en el fracaso del producto. Un ejemplo es Google Glass: Aunque es tecnológicamente impresionante, no funcionó bien, y mucho de eso se debe a la falta de empatía hacia los usuarios. Por otro lado, la innovación llamada Embrace Warmer (nuevo tipo de incubadora para países en vías de desarrollo http://embraceglobal.org/about-us/) ha sido desarrollada por estudiantes de postgrado en Stanford siguiendo el concepto de empatía y ha tenido mucho éxito.

Métodos basados en la empatía

Realice entrevistas con empatía. Las entrevistas de empatía son la piedra angular del Design Thinking. Al entrar y entender los pensamientos, sentimientos y motivaciones de otra persona, podemos entender las decisiones que toma la persona, podemos entender sus rasgos de comportamiento, y somos capaces de identificar sus necesidades. Esto nos ayuda a innovar y a crear productos o servicios para esa persona (métodos de Empathy, 2018 - ver enlace dentro del párrafo Literatura para más información).

Utilice estudios basados en fotos y videos de los usuarios. Fotografiar o registrar a los usuarios objetivo, al igual que otros métodos de empatía, puede ayudarle a descubrir necesidades que las personas tienen y de las que pueden o no ser conscientes.

Otros métodos útiles: Asume la mentalidad de un principiante. Pregúntale qué, cómo y por qué. Comprometerse con usuarios extremos. (Pensamiento de diseño, 2018).

4.4.3.2. Redefinición del problema

En lugar de aceptar el problema, es importante explorar, describir y analizar el problema y su contexto, y reinterpretar o reestructurar el problema dado para llegar a un marco particular del problema que sugiera una ruta hacia una solución. También puedes usar el Diagrama de Ishikawa presentado.

Para más información ver: El arte de gestionar los problemas y las oportunidades de innovación (Košmrlj, K., Širok, K., & Likar, B. 2015).

4.4.3.3. Ideación

Las ideas provienen de personas que conocemos, historias que escuchamos, el trabajo que hacemos, nuestros intereses, nuestras opiniones y nuestras experiencias. Las ideas de negocio están a tu alrededor. Algunas ideas de negocio provienen de un análisis cuidadoso de las tendencias del mercado y de las necesidades de los consumidores; otras provienen de la suerte. Pero, ¿cómo se puede encontrar una fuente de ideas y conocimientos?

Una base muy importante es una definición clara de los problemas y oportunidades, que ya se ha presentado (Likar & Fatur, 2007).

Para maximizar el potencial creativo del grupo de resolución de problemas, la actividad de generación de ideas debe ser de naturaleza colaborativa. Esto puede lograrse de muchas maneras. La gestión de ideas y la gestión de procesos de innovación a menudo proporcionan herramientas de colaboración, mientras que los facilitadores del brainstorming y otros eventos de ideas deberían promover el desarrollo de ideas colaborativas (Schober et all, 2015).

Algunas técnicas para la creación de ideas:

- Lluvia de ideas
- Philips buzz 66
- Biónica
- Seis sombreros pensantes.

La lluvia de ideas puede ser vista como una"tormenta de ideas". Es un método de resolución de problemas en equipo. La regla básica es que todos los miembros del equipo son iguales y la sesión debe tener el carácter de una reunión amistosa. El equipo está dirigido en su mayoría por un moderador. La crítica o evaluación de las sugerencias está estrictamente prohibida. Esto se hará en las próximas fases.

Philips buzz 66 es muy similar al Brainstorming, pero muy corto y apropiado para resolver los desafíos diarios con pocos participantes. Puede ser utilizado eficientemente en el transcurso de un café diario.

´**Seis sombreros para pensar'** es una técnica poderosa. Se utiliza para mirar las decisiones desde una serie de perspectivas importantes, por ejemplo, emocional, intuitiva, creativa o negativa. Si observa un problema con la técnica de los'Seis sombreros pensantes', entonces lo resolverá usando todos los enfoques. Sus decisiones y planes mezclarán ambición, habilidades de ejecución, sensibilidad pública, creatividad y buena planificación de contingencias.

La biónica o ingeniería de inspiración biológica es la aplicación de métodos y sistemas biológicos que se encuentran en la naturaleza para el estudio y diseño de sistemas de ingeniería y tecnología moderna. Ejemplos de biónica en ingeniería incluyen los cascos de barcos que imitan la piel gruesa de los delfines; sonar, radar, y ultrasonido médico (imagen que muestra un embrión humano) imitando la ecolocalización animal. En el campo de la informática, el estudio de la biónica ha producido neuronas artificiales y redes neuronales artificiales. Debido a su especificidad, este método representa una fuerte herramienta para las industrias inteligentes.

4.4.3.4. Pretotipado/Prototipado

El pretotipado es una forma sencilla de materializar las ideas (a menudo hechas en algunas horas o un día) antes de intentar hacer un prototipo. Por lo tanto, obtenemos una idea y una visión de los retos futuros - conceptuales, de desarrollo, tecnológicos y de costes.

Herramientas de prototipado rápido

Un prototipo es una muestra, modelo o lanzamiento temprano de un producto construido para probar un concepto o proceso novedoso. Debe prepararse de manera que se pueda probar todo el funcionamiento de las innovaciones o que su versión final pueda cumplir su función. El objetivo es ser presentado a los usuarios finales o a los compradores potenciales. Se puede hacer utilizando herramientas de prototipado rápido, por ejemplo, CAD/CAM, impresión en 3D, corte por láser, sinterización selectiva por láser, etc. A menudo es posible utilizar dispositivos y componentes electromecánicos estándar, versiones "kit", módulos terminados. Para las invenciones técnicas podemos utilizar circuitos electrónicos programables universales, desarrollar plataformas de "código abierto", como Arduino, etc. Al

mismo tiempo, el trabajo debe realizarse de forma profesional, en términos de funcionalidad y diseño. El objetivo del prototipado es ser flexible y rápido y tener la posibilidad de rediseñarlo después de las pruebas.

E. Prueba y selección de ideas

La fase de evaluación y selección de ideas es una de las fases más críticas del proceso de innovación. La práctica demuestra que los inventores o la dirección de las empresas a menudo no consideran su valor con la suficiente precisión. De este modo, continúan con el desarrollo y las fases que siguen, mientras que los costes aumentan drásticamente. Hay algunos filtros principales que nos ayudan a elegir las ideas con mayor potencial:

- probar su novedad por sus clientes/usuarios finales
- verificar varios aspectos del nuevo concepto.

Pruebe su novedad con sus clientes/usuarios finales

Probar significa obtener retroalimentación de los usuarios/clientes potenciales. En lugar de describir la idea, una forma más eficiente es presentar un prototipo y obtener una comprensión más profunda de los usuarios. Las preguntas más importantes, que deben ser contestadas, son: ¿A los usuarios les gusta la novedad/prototipo? ¿Entienden cómo utilizarlo? ¿Es el uso lo suficientemente intuitivo? ¿Es fácil de usar? ¿Cumple los requisitos de los usuarios? ¿Hay demasiadas funciones disponibles, etc.?
Cuando se lleva a cabo correctamente, la fase de prueba le permite sentir empatía y comprender mejor a sus usuarios. Se pueden obtener mejores resultados si las pruebas se realizan en un entorno real (por ejemplo, pruebas de equipos alpinos en las montañas). También es importante que hagamos un seguimiento de las reacciones durante el uso (emociones, uso, comprensión, practicidad...).
Además de la retroalimentación no verbal, también es útil hablar de la experiencia. Puedes preguntarles qué están pensando sobre la novedad. También tiene sentido animarlos a hablar de temas (no) relacionados.
Cuando reciba toda la retroalimentación, analice las respuestas y utilícelas para la mejora del concepto/prototipo. Después de eso, se deben repetir las pruebas.

Verificar varios aspectos del nuevo concepto

Antes de comenzar con el pre(o)totyping, las ideas deben ser evaluadas y seleccionadas también.

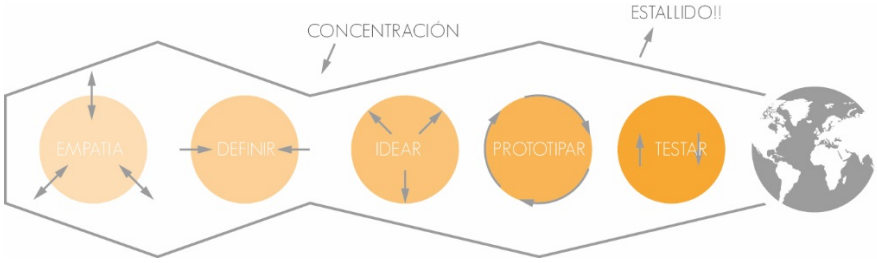
- Factores clave de éxito (definimos y evaluamos los aspectos más importantes, por ejemplo, el potencial de mercado, el estudio de viabilidad y los aspectos tecnológicos, los aspectos financieros, el precio de producción, etc.).
- Análisis DAFO (véase el texto anterior)
- Método de insumos/resultados (relación entre los insumos necesarios y los resultados esperados)
- Análisis numérico sensible (realizar cálculos y simulaciones relacionados con aspectos financieros y de otro tipo).

Es importante seleccionar uno o más de los métodos más relevantes, analizar los resultados y utilizarlos como base para la toma de decisiones. A menudo es útil tener en cuenta también los resultados de la fase anterior relacionada con el análisis de problemas/oportunidades.

Pensamiento de diseño

Uno de los enfoques modernos que se ocupan del proceso de idea-innovación es el Design Thinking (también conocido como D Schools). El pensamiento de diseño se refiere a los procesos cognitivos, estratégicos y prácticos mediante los cuales los conceptos de diseño (propuestas de nuevos productos, edificios, máquinas, etc.) son desarrollados por los diseñadores y/o equipos de diseño. En comparación con el proceso de innovación presentado,

se hace especial hincapié en la primera fase, es decir, en la comprensión del problema o necesidad del usuario final. También está muy centrado en el ser humano y orientado a los prototipos.



Fif. 5.8: Concepto de pensamiento de diseño. (Diseño, 2018)

Una de las propiedades de los conceptos modernos de desarrollo de la innovación es que todas las fases están fuertemente interrelacionadas - por ejemplo, cuando se realiza un prototipo, a menudo necesitamos redefinir nuestro problema, crear nuevas ideas, etc. y preparar un nuevo prototipo. Una situación similar ocurre en otras fases (Design thinking-wiki, 2018, Design thinking, 2018).

Hoja de ruta para el producto y/o servicio final

Dentro del capítulo 5.3, nos centramos en el proceso de innovación. Por lo tanto, nos gustaría presentar brevemente un panorama más amplio - pasos y procesos básicos que deben realizarse para transformar las ideas en el producto final del mercado de la siguiente manera:

- Estrategia y objetivos de innovación (véase: Gestión de la innovación)
- Desarrollo de la organización y la cultura de la innovación (véase: Gestión de la innovación)
- El proceso de innovación (ver: Desarrollo de un producto/servicio innovador)
- Investigación y desarrollo (especialmente las industrias inteligentes están estrechamente relacionadas con la I+D; véase también: Gestión de la innovación, Cooperación entre instituciones de educación superior y empresas)
- Protección de la propiedad intelectual (véase: Gestión de la innovación)
- Cómo financiar la innovación (por ejemplo, subvenciones - programas de la UE, nacionales, regionales y locales, créditos, capital riesgo, incentivos fiscales, etc.).
- Producción (ver capítulo 4)
- Marketing (ver capítulo 5.3).

Se puede encontrar más información en otras partes de estas directrices y en la literatura.

En lugar de una conclusión, preparamos una simple receta para la innovación:
Ingredientes básicos: una gran cuchara de creatividad, un poco de crítica, una saludable medida de espíritu de investigación, un pensamiento positivo de que a los demás también les encantará nuestra novedad, una pizca de trabajo en equipo, una especia de velocidad adecuada para que el plato no se seque, un par de gotas de valor de gestión. Mezclar bien, calentar, y el éxito está garantizado. Bon Appetite.

4.5. Marketing inteligente

Autores: Prof. Dr. E. Werning, Prof. Dr.-Ing. M.Leisenberg, Prof. Dr. M. Negri / FHM

La transformación digital tiene implicaciones de gran alcance para todas las actividades que crean valor añadido en empresas y cadenas de valor. Debido a las nuevas tecnologías, por ejemplo, la ingeniería inteligente, áreas que antes estaban claramente separadas, como el aprovisionamiento, la producción y las ventas, se han convertido en unidades interconectadas que necesitan ser coordinadas eficazmente, no sólo dentro de los límites de una sola empresa. También los consumidores están integrados en los procesos de creación de valor de cada empresa a través de la digitalización (Biesel & Hame, 2018, p. 9). Asimismo, la disciplina del Marketing está sujeta a cambios de gran alcance. Los consumidores ya no buscan simplemente un producto para consumir. En cambio, quieren contribuir a su desarrollo, quieren que se adapte a sus propias necesidades y desean interactuar con el producto. Además, están buscando formas de evaluar el producto y compartir sus experiencias de uso del mismo. A través del uso de los medios sociales y las nuevas tecnologías, los productos y los procesos de desarrollo y producción son cada vez más transparentes. Las empresas y los clientes se están convirtiendo en una única entidad interconectada. Los consumidores están asumiendo tareas de los productores, lo que se refleja en la palabra prosumer (Vikram, 2016). Sin embargo, la empresa adquiere conocimientos sobre los clientes y los mercados, que a su vez pueden ser utilizados para optimizar su oferta y adaptarla a los diferentes grupos objetivo. En resumen, la transformación significa para las empresas, derivar procesos de los clientes y utilizar tecnologías apropiadas para lograr el posicionamiento exitoso de la empresa y sus productos en un mercado globalmente transparente (Biesel & Hame, 2018, p. 1). La siguiente sección destaca el impacto que la transformación digital está teniendo en el marketing.

4.5.1. El desarrollo del Marketing 4.0

El marketing ha cambiado drásticamente desde el comienzo de la industrialización. En las primeras etapas de la industrialización y la producción en masa, la comercialización se llevó a cabo desde la perspectiva del productor. Basado en un mercado de vendedores con una gama limitada de productos, las necesidades y deseos de los clientes jugaban un papel subordinado a los de las empresas. Más bien, el progreso tecnológico fue la fuerza impulsora del desarrollo de productos. Por lo tanto, existía un enfoque de marketing centrado en el producto. La comercialización se centraba únicamente en la mera venta de productos sin tener en cuenta las necesidades de los clientes o mercados.

Con el aumento de la oferta de productos, se creó una mayor oferta para los clientes, lo que a su vez alteró en gran medida los retos a los que se enfrentaba el marketing. Los clientes compararon productos y se informaron más sobre ellos. Por lo tanto, los productores se vieron obligados a destacar el valor de sus productos para los clientes. El enfoque de Marketing 2.0 cambió de un producto a un enfoque orientado al consumidor.

El cambio de los valores sociales, en particular debido a la generación Y, hizo que los consumidores se interesaran cada vez más por la sostenibilidad de los productos y las empresas. Esto se hizo particularmente evidente a través del grupo recién identificado LOHAS (estilo de vida de salud y sostenibilidad). En consecuencia, se exigía a las empresas que comunicaran claramente al consumidor cómo se fabrican los productos y cómo las empresas salvaguardan su responsabilidad social (Stehr & Struve, 2017, págs. 3-10).

Con Marketing 3.0 se hizo importante entender al comprador no sólo como un cliente, sino también como una persona cuyos valores influyen en la compra de un producto. La responsabilidad social corporativa (RSC) de una empresa se integró en los procesos de comunicación para apoyar las decisiones de compra positivas de los clientes. No sólo el producto, sino también la responsabilidad económica, social y ambiental de la empresa se convirtió en parte de Marketing 3.0.

A través del uso creciente de los medios sociales, la comunicación de marca y de producto se convirtió en un proceso bidireccional. Las empresas ya no se limitan a comunicar sus productos, sino que los consumidores evalúan y comunican sus propias experiencias, además de influir en otros clientes potenciales. Al mismo tiempo, el desarrollo tecnológico también ha permitido a los clientes participar en el desarrollo o diseño del producto. Asimismo, existe un deseo creciente de conectar productos e interactuar con ellos. El papel de los clientes en

Marketing 4.0 ha cambiado aún más. Ahora son compañeros de desarrollo, creadores de ideas y evaluadores de productos. Así, Marketing 4.0 significa la integración del cliente en el proceso de marketing a través de la colaboración (Jara, Parra, & Skarmeta, 2012, p. 854).

4.5.2. Definición de Marketing 4.0

Actualmente hay muy poca literatura disponible que ofrezca definiciones completas sobre el tema de Marketing 4.0 o marketing digital.

Lies describe el Marketing 4.0 de la siguiente manera:

"El marketing 4.0 se entiende esencialmente como la fase actual del marketing, que ya no considera al mercado en primer lugar sino al cliente como su foco humano, y al mismo tiempo configura la digitalización como una transformación digital aplicada de la clase media" (Lies, 2017, p. 59).

La definición más general se acentúa aún más con el término "concretización", acuñado por el Financial Times. El Marketing Digital se define de la siguiente manera:

"La comercialización de productos o servicios utilizando canales digitales para llegar a los consumidores. El objetivo clave es promover las marcas a través de diversos medios digitales. El marketing digital se extiende más allá del marketing en Internet para incluir canales que no requieren el uso de Internet. Incluye teléfonos móviles (tanto SMS como MMS), mercadeo en medios sociales, publicidad en pantalla, mercadeo en motores de búsqueda y cualquier otra forma de medios digitales" ("Definición de mercadeo digital", 2018).

Kotler aborda este tema con una descripción completa. En Marketing 4.0, se sigue el enfoque de Kotler, y Marketing 4.0 se define de la siguiente manera:
"Marketing 4.0 es un enfoque de marketing que combina la interacción online y offline entre empresas y clientes. En la economía digital, la interacción digital por sí sola no es suficiente. De hecho, en un mundo cada vez más online, el contacto offline representa una fuerte diferenciación. Marketing 4.0 mezcla el estilo con la sustancia. Si bien es imperativo que las marcas sean más flexibles y adaptables debido a las rápidas tendencias tecnológicas, su carácter auténtico es más importante que nunca. Su autenticidad, en un mundo cada vez más transparente, es su activo más valioso" (Kotler, 2016).

Por lo tanto, en general, el término "Smart Marketing" puede entenderse de la siguiente manera:

El marketing inteligente significa la expansión del marketing online y offline centrado en el consumidor a través de la integración de tecnologías para la interacción con los consumidores, así como a través de la digitalización integrada de los procesos y el uso de datos, para lograr la optimización, flexibilización y personalización del contacto con el cliente.

4.5.3. Consecuencias de la comercialización 4.0

La interconexión cada vez mayor entre las empresas y los clientes está llevando a que cada vez más poder llegue a las manos de los clientes. Por un lado, a través de las redes sociales y otras aplicaciones de medios sociales, en general, la transparencia con respecto a productos y precios similares es cada vez más significativa. A través de las plataformas comerciales, que permiten el aprovisionamiento mundial de productos y el acceso a marcas internacionales, la presión sobre los productores aumenta constantemente. Además, el cliente, con la capacidad de valorar y comentar los productos, puede ahora influir activamente en la reputación del producto, la marca o la empresa. La credibilidad del marketing y la creación de valor añadido para el cliente, que dificulta el cambio, se está convirtiendo en un factor decisivo de éxito dentro de Marketing 4.0.

En consecuencia, el Marketing 4.0 influye en los componentes primarios del concepto clásico de gestión de marca (ver Figura 5.4).

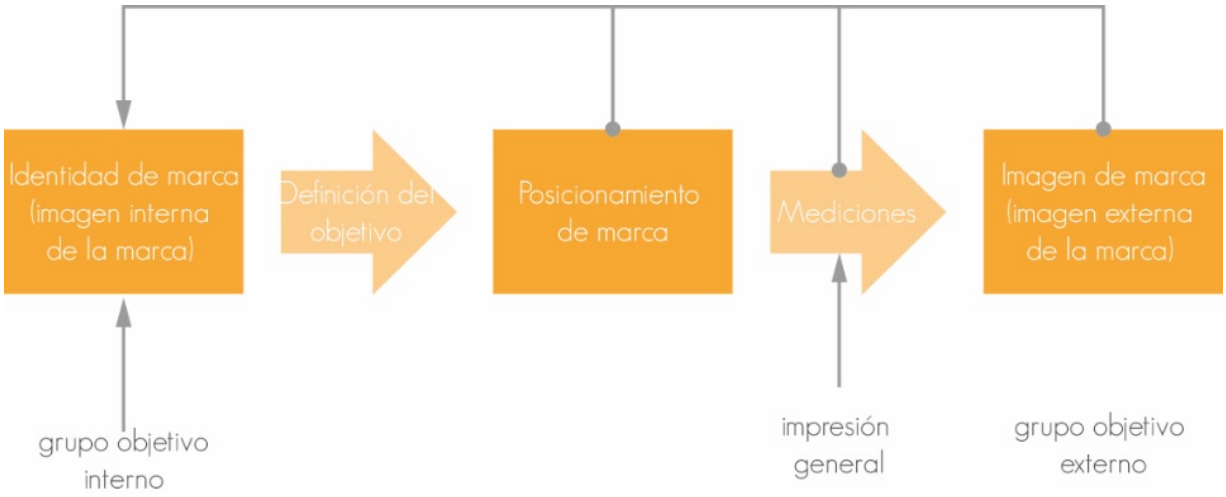


Figura 5.9: Identidad de marca, posicionamiento de marca e imagen de marca. En referencia a: Escuchar 2012, 9

Básicamente, según el modelo, una marca requiere primero la identidad correcta. Burman et. al. (2012) las describen como "la autoimagen de la marca desde la perspectiva de los grupos objetivo internos dentro de la institución que lleva la marca" (Burmann et al., 2012). Concretamente, la identidad transporta las características consistentes y elementalmente esenciales de una marca (ver Esch et al., 2005) en la dirección de grupos objetivo externos. En particular, es crucial crear una identidad que permita a la marca diferenciarse de otros productos, servicios o negocios debido a sus características específicas (en relación con una propuesta de venta única).

A partir de esta imagen propia de la marca, las empresas establecen objetivos concretos que van de la mano con el correspondiente posicionamiento de la marca (por ejemplo, como marca premium para la mujer solvente mayor de 50 años). Esto presupone una política de comunicación específica para cada grupo objetivo y, si tiene éxito, conduce a una imagen de marca coherente. El término imagen de marca, por lo tanto, representa la imagen externa de la marca y es el resultado de una gestión de marca diseñada de manera significativa: "Imagen" describe aquí la imagen que "[...] está compuesta de impresiones subjetivas de los consumidores a una imagen holística de la imagen de marca" (Burmann / Blinda 2006, 8).

Marketing 3.0 se dirige a la mente, el corazón y el alma del consumidor. Kotler (Kotler et al., 2010, p. 54 y ss.) describe este último como "ADN central" (Kotler, Kartajaya y Setiawan, 2010, p. 55). Un producto recibe su identidad de marca a través de la propia marca y su posicionamiento. La diferenciación del producto apoya la integridad de la marca y, por lo tanto, su credibilidad. A través de la diferenciación se pueden satisfacer las necesidades de cada cliente. Cuando se mantienen los compromisos con el cliente y la marca satisface sus necesidades, el resultado es una imagen de marca positiva. La identidad asegura que existe una imagen de marca clara en la mente del consumidor, que existe integridad para la confianza del consumidor en la marca y que la imagen proporciona al consumidor una conexión emocional con la marca. Marketing 4.0 extiende este triángulo a una cuarta dimensión, la experiencia y la resultante interacción asociada con la marca. Sobre todo, la experiencia del cliente es el centro de esta interacción. Esta interacción tiene lugar a diferentes niveles (Jara et al., 2012):

- Interacción entre el producto y el consumidor (por ejemplo, mostrando ejemplos de aplicación o ejemplos de procesamiento a través de un código QR).
- Interacción entre diferentes productos de una marca o de diferentes marcas (por ejemplo, interacción de varios dispositivos de Apple entre sí).
- Interacción a través de plataformas en línea y canales de medios sociales para analizar si un producto cumple con los requisitos y necesidades del usuario (por ejemplo, resultados de motores de búsqueda, plataformas de calificación, publicaciones en medios sociales).

- Comprobación de la integridad y reputación de la marca mediante la revisión de la marca con los valores y experiencias de otros clientes (por ejemplo, publicaciones en medios sociales, informes de pruebas, informes de RSC).

A través de interacciones típicas, múltiples partes interesadas pueden influir en la empresa dentro de Marketing 4.0. Estos se destacan por sus diferentes características (Lies, 2017, p. 11):

1. Orientación en línea-fuera de línea (OOO): En particular, la generación Y y la actual generación Z, que han crecido con los medios digitales, cambian entre opciones online y offline. Así, la Orientación Online-Offline ha llevado al comportamiento de compra de ROPO. ROPO significa Research Online y Purchase Offline (Richter, 2017). En consecuencia, sigue siendo esencial en Marketing 4.0 servir a diferentes canales online y offline.
2. Enfoque activo: Las partes interesadas interactúan con las empresas expresando sus opiniones compartiendo, gustando o publicando, recomendando una empresa o un producto, o participando de forma colaborativa en el proceso de desarrollo del producto. Por lo tanto, el Marketing 4.0 necesita ser estructurado de tal manera que los clientes puedan interactuar.
3. Retraso en la toma de decisiones de compra: Debido a la amplia gama de posibilidades disponibles, el viaje del cliente en línea-fuera de línea ofrece a los clientes una amplia variedad de opciones para las comparaciones. Las decisiones de compra se toman con frecuencia bastante tarde o incluso no se toman en absoluto. El marketing inteligente puede tener como objetivo motivar al cliente para que tome una decisión de compra positiva.
4. Orientación por experiencia: En el mundo actual, las compras deberían ser una experiencia positiva para muchos clientes. En el sector de venta al por menor, esto significa que el marketing necesita crear mundos únicos que animen a los clientes a entrar en una tienda. Dentro de la venta al por menor en línea, esto también puede significar ofrecer plataformas con buenos niveles de usabilidad y que faciliten la fácil adquisición de bienes.

4.5.4. Los Desafíos del Marketing Moderno

Digitalización de la gestión de clientes

Los retos que plantea la cuarta dimensión de la "Interacción" hacen que la gestión de clientes también tenga que sufrir cambios fundamentales. Las siguientes consecuencias son especialmente relevantes en el caso de las empresas medianas.

Definición de la estrategia de marca, producto y rendimiento

Incluso si una empresa sigue decidiendo por sí misma qué productos y servicios desea ofrecer y bajo qué marca, ya no es independiente en el mundo digitalizado actual. Una variedad de partes interesadas afectará las decisiones tomadas por las empresas, por ejemplo, por el hecho de que las opiniones sobre una empresa, producto o necesidades pueden expresarse a través de foros de medios sociales. Para tener éxito en el mercado, es importante incorporar estos hallazgos en el desarrollo de una estrategia de productos y servicios.

Definición de productos y servicios

La definición precisa de los productos y servicios ofrecidos por una empresa se basa, en última instancia, en la evaluación y utilización de los datos obtenidos a través de los distintos grupos de interés. Además, los productos se someten a procesos ágiles a través del escrutinio de diversos actores, de modo que el éxito de un producto no sólo se mide después del lanzamiento del producto, sino antes de su lanzamiento mediante el análisis a través de varios procesos iterativos: "Always in Beta" describe el hecho de que los productos o servicios no se introducen en el mercado en una forma perfecta, sino en una fase de prototipo avanzada (Bruce & Jeromin, 2016, p. 63).

Producción inteligente

Los procesos de producción automatizados y modulares permiten que, en una llamada fábrica inteligente, los clientes puedan configurar por sí mismos los productos, y que éstos puedan fabricarse como productos individualizados a pesar del uso de métodos de producción en masa. Los clientes ahora se convierten en prosumidores. Esta creación de valor, que se remonta a las ideas de Alvin Toffler, describe la combinación de productor y consumidor en una sola persona en forma de co-diseñadores o co-productores (Toffler, 1983).

Procesos digitalizados

La digitalización de los procesos dentro de las empresas reduce el número de interfaces implicadas en términos de gestión de clientes. Las empresas también pueden transferir subtareas a los clientes a través de portales de autoservicio, lo que supone ventajas en relación con la eficiencia (véase el capítulo 2). De este modo, se pueden reducir los tiempos de tratamiento y los errores.

Definición de datos más inteligentes

Para optimizar los procesos desde el punto de vista del negocio y del cliente, es esencial utilizar los datos de forma inteligente. Por lo tanto, es necesario especificar qué datos deben evaluarse y almacenarse para optimizar los procesos y satisfacer así a los clientes.

4.5.5. El diálogo de los consumidores en un mundo digitalizado de marcas

En un entorno en el que cada empresa, cada marca y cada producto puede compararse a escala mundial con la competencia, es esencial que el marketing sea específico para cada grupo objetivo y se dirija a los clientes. Los siguientes instrumentos apoyan el marketing online optimizado e inteligente (ver Fig.1).

Fig. 5.10: Instrumentos para una comercialización on-line inteligente (Kreutzer, 2013, p. 2)

El marketing online tiene lugar en diferentes niveles. Algunos de los instrumentos empleados son visibles para el usuario final, mientras que otros permanecen ocultos.

El marketing online visible se realiza, por un lado, a través de banners publicitarios tradicionales o imágenes de productos o empresas, que pueden ser mostradas en páginas web propias, páginas web de terceros, así como en diversas plataformas online y en motores de búsqueda. Para aumentar su visibilidad, las empresas pueden utilizar anuncios de pago en los motores de búsqueda (los llamados anuncios de palabras clave o también enlaces de patrocinio). Además, los correos electrónicos promocionales y los boletines informativos electrónicos han ofrecido oportunidades a las empresas desde Marketing 3.0 para informar a los consumidores sobre una empresa o un producto. El marketing online también está estrechamente relacionado con el área del comercio electrónico. A través de las plataformas en línea, los clientes tienen la oportunidad de comprar bienes o servicios. Tan pronto como el usuario se registra en una plataforma, la empresa adquiere acceso inmediato al cliente y, por lo tanto, puede adaptar sus conceptos de atención al cliente y retención al usuario individual y a sus necesidades específicas y al comportamiento del consumidor.

Cuando un cliente se registra en una plataforma y cuando se emiten tarjetas de fidelización de clientes, una empresa recibe acceso a los datos clave de los clientes. La información, extraída de los datos de los clientes, es una herramienta crítica en términos de cómo una empresa se distingue de sus competidores. Además del comportamiento de los consumidores en relación con los productos de una empresa, el uso de tarjetas de fidelización de clientes, como Payback, etc., también permite conocer el comportamiento de compra de los clientes en relación con otros productos. Esto permite desarrollar una imagen clara de los tipos de clientes y sus hábitos. Así, mediante incentivos, como los cupones electrónicos, se pueden fomentar activamente las compras.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la interacción con los clientes es un desarrollo adicional particularmente crucial en el contexto del Marketing 3.0 y 4.0. Esto es posible gracias al uso de varios canales de medios sociales. Por un lado, las empresas y productos pueden presentarse a través de redes sociales, como Facebook o LinkedIn, y pueden beneficiarse de las redes de usuarios. Por otro lado, los foros y las comunidades pueden utilizarse, por ejemplo, para comunicar declaraciones eficaces de relaciones públicas sobre diversos temas o para el intercambio de información con diferentes grupos destinatarios. Las plataformas para compartir medios sociales, como YouTube, Instagram y SlideShare, permiten a las empresas presentarse on-line de una manera más completa, haciendo uso de diferentes herramientas de medios, como imágenes, audio, vídeo o narración de historias. El contenido juega un papel vital en la presentación adecuada de una empresa o producto. Los blogs son otra área del marketing de medios sociales. En el contexto de los blogs corporativos, los eventos específicos dentro de una empresa pueden ser comunicados y generar beneficios a través del intercambio. Los servicios de microblogging como Twitter, que sólo permiten un cierto número de caracteres, permiten una rápida interacción con los usuarios, por ejemplo, llamando la atención sobre diferentes servicios o información sobre acontecimientos actuales como nuevos productos o actividades específicas de una empresa.

Los servicios de mensajería instantánea, como Facebook Messenger, WhatsApp o Snapchat, también permiten el contacto directo con los usuarios para transmitir textos, imágenes, vídeos y archivos de audio.

El desarrollo de una sociedad on-line 24/7 ha aumentado la importancia del marketing móvil durante los últimos años. El número de aplicaciones diferentes en todo el mundo que pueden ser utilizadas en un Smartphone, ha aumentado significativamente en los últimos años. Las aplicaciones permiten a las PYME presentarse de diversas maneras o llamar la atención sobre sí mismas. Además de la tradicional comunicación pull, que se basa en el hecho de que el usuario se preocupa activamente por la información en Internet, la tendencia actual es hacia los llamados métodos push, como los banners publicitarios personalizados o los mensajes push. Sin hacer nada, el usuario recibe publicidad pasiva, basada en su perfil.

A través del marketing online y especialmente a través de la interacción en plataformas de medios sociales, las empresas y los clientes entran en estrecho contacto entre sí. Las empresas y sus actividades, productos o mensajes publicitarios pueden ser comentados por la propia empresa, pero también por el cliente o por otras partes interesadas. Esto permite a las empresas explorar la posibilidad de comunicarse directamente con un individuo o con toda una comunidad. Además, el marketing online puede conectar y enlazar diferentes plataformas y sitios web

para lograr una distribución más amplia de mensajes a diferentes usuarios. Además, el trabajo en red de individuos dentro de varias comunidades apoya lo que se conoce como marketing viral. Esto también puede ser promovido activamente por las empresas. Mediante el intercambio de información sobre una empresa o un producto, se puede ofrecer a los clientes, por ejemplo, varios servicios que pueden utilizar o que les permiten participar en concursos. Al mismo tiempo, analizando el comportamiento de los diferentes clientes, se puede trabajar en las áreas de optimización de la comunicación con el cliente o de las iniciativas de retención de clientes. La publicidad puede ser empleada de una manera más específica para evitar el desperdicio de la publicidad dispersa. El marketing móvil es especialmente adecuado para dirigir a los clientes a las ofertas de su localidad cuando su función de localización está activada. De este modo, los clientes pueden, por ejemplo, conocer una tienda offline tradicional.

Además de las actividades visibles para el usuario final, las empresas pueden ejecutar medidas adicionales en segundo plano para optimizar sus actividades de marketing. Las palabras clave pueden ser almacenadas dentro de la publicidad en los motores de búsqueda. Si un usuario introduce ciertas palabras en un motor de búsqueda, éstas se almacenan como palabras clave, entonces los sitios web relevantes se mostrarán al usuario. Las empresas deben considerar cuidadosamente qué palabras y frases de búsqueda podrían utilizar los usuarios y, por lo tanto, qué palabras y frases deben almacenar como palabras clave. Por lo tanto, al usuario no está claro por qué se le muestra un anuncio o un resultado de búsqueda en particular. En el contexto de la optimización de motores de búsqueda, las empresas pueden intentar utilizar un "listado orgánico" para aparecer entre los primeros resultados de búsqueda en los motores de búsqueda más comunes, como Google, Yahoo! o Bing. Además, los bots de los proveedores de motores de búsqueda trabajan con varios factores que normalmente no son completamente transparentes. Además de las palabras clave, otros factores también juegan un papel importante. Estos incluyen el contenido (contenido, calidad, relevancia, etc.), la experiencia del usuario, las actividades en los sitios web (clics, duración de la estancia, tasa de rebote), el diseño receptivo de un sitio web, los enlaces, las conexiones con los medios sociales y otros factores (Melnik, 2017). Por medio de empresas de marketing de afiliación tienen la oportunidad de anunciar en los sitios web de terceros. Si la publicidad conduce al éxito (clics, ventas, etc.), los proveedores de espacios publicitarios online (afiliados) reciben una comisión. En última instancia, se pueden obtener datos de todas las actividades de marketing online visibles e invisibles, que pueden ser evaluadas continuamente. En el contexto de la analítica web, se evalúa el comportamiento de los usuarios en sitios web individuales, mientras que la monitorización web examina a nivel meta cómo se percibe a la empresa en relación con su presencia en la web. Además, son importantes los factores de análisis como los comentarios sobre los productos o la empresa o también los pronósticos relacionados con posibles tendencias, que pueden proporcionar expresiones de queja, sugerencias para el desarrollo de productos u opiniones de los usuarios. Como se ha descrito anteriormente, una inmensa cantidad de datos en diferentes formatos (texto, imágenes, audio, vídeo) se produce a través de las diversas oportunidades on line que pueden ser evaluadas empleando los sistemas adecuados. Así, por ejemplo, en el contexto del análisis de Big Data, los posts en redes sociales con videos o imágenes de YouTube pueden ser evaluados para resaltar las tendencias del mercado y los desarrollos sobre las necesidades de los usuarios, que a su vez informan sobre las previsiones y los desarrollos en relación con los futuros productos y servicios. Esto también se conoce como "targeting". Además, a partir de los perfiles de los usuarios, las empresas pueden optimizar su publicidad mediante la llamada publicidad en tiempo real o la puja en tiempo real. Esto significa que la publicidad se personaliza para adaptarse a determinados usuarios (Kreutzer, 2013).

4.6. Cadenas de suministro y redes de valor inteligentes

Las cadenas de suministro inteligentes se centran en la maximización del valor para los clientes (finales), con la menor pérdida de tiempo y materiales posible (Lean), así como en la capacidad de responder rápidamente a los cambios en la demanda y los requisitos del cliente (Agile) ("The Triple-A Supply Chain", 2004).

Las compañías manufactureras están digitalizando funciones esenciales dentro de sus procesos internos de operación vertical, así como con sus socios horizontales a lo largo de la cadena de suministro. La industria inteligente implica cadenas de valor mucho más integradas mediante el uso de nuevas tecnologías de conexión que permiten el co-diseño y co-creación, involucrando a los clientes y teniendo en cuenta al usuario final. La integración

horizontal incluye tecnologías que van desde dispositivos de seguimiento y rastreo hasta la planificación y ejecución integradas en tiempo real. Los modelos de negocio innovadores se basarán en una red dinámica de empresas en continuo movimiento y cambio para poder ofrecer composiciones de servicios cada vez más complejas ("[Sin título]", n.d.-d).

Mediante la digitalización, se puede facilitar y fortalecer la cooperación con los principales asociados. Una mayor integración de datos entre fabricantes y clientes puede abrir nuevas oportunidades de colaboración. Un uso inteligente de los datos agrupados, por ejemplo, puede permitir eficiencias en toda la cadena de valor, así como la creación de valor para el cliente: innovaciones conjuntas de procesos, productos y servicios ("[Sin título]," n.d.-e). Por otra parte, la integración basada en datos del desarrollo, la producción y el mantenimiento también puede conducir a cambios e incluso a abandonos de funciones y empresas a lo largo de las cadenas de suministro existentes.

"Se espera que Industry 4.0 traiga varias conversiones para la creación de valor industrial, abarcando redes de valor añadido completas. Las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), que desempeñan un papel importante tanto para la economía alemana como para la europea, luchan por integrar el concepto de Industria 4.0 en su creación de valor. Sin embargo, debido a la gran importancia de las PYMEs para las redes de creación de valor industrial, su integración es esencial para establecer con éxito la Industria 4.0 en todas las cadenas de valor. MUchas PYMEs luchan por obtener recursos necesarios para equipos y maquinaria o no poseen las cuotas de mercado o el acceso al mercado necesarios para establecer nuevos modelos empresariales. A menudo se considera que las grandes empresas son demasiado poderosas para ser socias de una PYME. No obstante, las estrategias de cooperación entre las PYMEs pueden constituir una alternativa viable para implementar con éxito la Industria 4.0 en toda la cadena de valor". (Müller, Maier, Veile, & Voigt, 2017) , https://tubdok.tub.tuhh.de/handle/11420/1465

4.6.1. De las cadenas de suministro a las cadenas de valor

Las empresas manufactureras a menudo se centran en la reducción de costes cuando se trata de la gestión de las compras y la distribución. Según el prof. Jack van der Veen ("Operational Excellence is uit - CEX is in - Logistiek," s.d.), esto es útil, pero carece del objetivo real: "Una cadena de suministro está destinada en última instancia a prestar un servicio óptimo a los usuarios finales. Por lo tanto, una cadena de valor debe ser diseñada y funcionar para crear y capturar el valor del cliente (flujo) y perseguir la Excelencia del Cliente (CEX)". En lugar de esforzarse constantemente por conseguir una porción más grande de la torta existente, los socios de la cadena de suministro deberían esforzarse por crear conjuntamente el "mejor" valor para el cliente, con el fin de ampliar la torta.

4.6.2. Redes de valor centradas en el cliente

Las fábricas inteligentes y en red trabajan junto con clientes y proveedores en ecosistemas digitales industriales (mundiales); cadenas de valor dinámicas (temporales), redes de datos y plataformas, colaborando con clientes, proveedores, socios tecnológicos e incluso competidores, sin limitar su visión basada en las limitaciones actuales. Ellos van más allá de los detalles técnicos y consideran el impacto que las nuevas aplicaciones podrían tener en su cadena de valor y en sus relaciones con sus clientes, así como en el acceso a los mismos (PWC, 2016a).

La industria inteligente requiere la cooperación entre clientes y proveedores en una red de organizaciones, pero también la colaboración técnica entre equipos de diferentes fabricantes *(interoperabilidad)*. La producción se llevará

a cabo cada vez más en asociaciones de base flexible. En estas redes, la estrecha colaboración y el intercambio de conocimientos se llevan a cabo a través de plataformas. La colaboración (digital) debe conducir a que los procesos de producción se organicen de manera más eficiente y a que las innovaciones despeguen más rápido y con menos tiempo para llegar al mercado (Wilhelmus Adrianus Franciscus & Timmer, 2016). La seguridad del intercambio de datos y la protección de la propiedad intelectual son vitales aquí (véase el capítulo 6.5). Un gran desafío es establecer los incentivos adecuados y encontrar los beneficios adecuados en modelos de distribución que compensen a todos de manera justa por su contribución. El modelo de negocio más básico en un ecosistema es un mercado, que reúne a múltiples vendedores y compradores, capturando el valor de las comisiones sobre el valor de la transacción (PWC, 2016a). Para las PYMEs, el desarrollo de nuevas empresas utilizando las plataformas existentes puede ser un camino inteligente hacia el (rápido) crecimiento.

El establecimiento de un sistema de producción centrado en la red que se extienda a lo largo de todo el ciclo de vida de los activos puede dar lugar a la aparición de nuevas formas de colaboración que se caracterizan por un enfoque de creación de valor basado en la co-creación. En la próxima década, un enfoque de la producción centrado en la red sustituirá los procesos de producción lineal por enfoques inteligentes y flexibles (regionales) basados en el ecosistema. Estas redes interconectarán piezas, productos y máquinas a través de plantas de producción, empresas y cadenas de valor a un nivel altamente granular. El enfoque centrado en la red optimizará radicalmente la producción en las cadenas de valor existentes y, lo que es más importante, la noción de producción centrada en la red finalmente significa el final de la "cadena de valor" y el nacimiento de la "red de valor" ("SI Implementatieagenda 2018, NL," n.d.).

La industria inteligente, por definición, exige un enfoque de colaboración. La industria inteligente consiste en conectarse, incluyendo servicios y asuntos que una empresa no proporciona por sí misma. El software inteligente y la IO facilitan el intercambio de datos entre máquinas, departamentos y empresas. A través de una plataforma basada en la nube, los usuarios (finales) tienen acceso a los datos de todas las partes colaboradoras.

4.7. Principales conclusiones y recomendaciones

Las empresas manufactureras tienden a centrarse principalmente en los aspectos tecnológicos y en las ganancias (potenciales) en eficiencia en la industria inteligente, más que en las (nuevas) oportunidades de negocio, las propuestas de valor y los modelos de negocio.

En esta era digital y tecnológica, las formas de satisfacer las *necesidades de los clientes* y las oportunidades de superar sus expectativas están cambiando drástica y constantemente. Los mercados son transparentes, los clientes están bien informados y son críticos y están a la cabeza cuando se trata de cómo, cuándo y dónde quieren que se entreguen sus pedidos (hechos a medida).

La medida en que una empresa logra *crear* continuamente *valor para el cliente*, determina su competitividad y éxito. La creación de valor para el cliente y el desarrollo de nuevas formas de hacerlo exigen una visión aguda de las situaciones (cambiantes) del mercado y un *conocimiento* profundo del comportamiento, los deseos y las necesidades de los clientes. Los clientes son expertos en sus propias rutinas (de trabajo) diarias, problemas y ambiciones. Un proveedor inteligente apoya y facilita a estos, como experto en las formas más modernas e inteligentes de hacerlo. Una forma eficaz y alcanzable para que las PYME recopilen las opiniones de los clientes es organizar diálogos con clientes, usuarios y proveedores de forma regular. Al hacer esto, una empresa obtendrá un flujo constante de información para la innovación. La analítica de datos se utilizará cada vez más para predecir el comportamiento de clientes y máquinas, así como la demanda de productos o servicios.

Smart Industry ofrece a las empresas manufactureras *nuevas oportunidades de negocio*:

- Creación de productos inteligentes (digitalizados y personalizados);
- Creación de valor con datos (grandes volúmenes);

- Desarrollo de servicios inteligentes y soluciones totales (servitización);
- Contribuir a las cuestiones sociales, aplicando soluciones técnicas inteligentes.

La digitalización de productos y la Ingeniería Inteligente producir productos específicos de cliente (modulares) a la velocidad y precio de los productos en masa. Generará mucha información y datos que podrán ser utilizados para mejorar los productos y servicios existentes y para desarrollar nuevas ofertas adaptadas a las necesidades del cliente. Ofrecer servicios añadidos, soluciones totales o incluso productos como servicio, aliviará a los clientes y puede convertirse en una parte sustancial de los ingresos de una empresa manufacturera.

Los modelos de ingresos inteligentes combinan los principios existentes de los modelos de ingresos con nuevas posibilidades técnicas. Definiendo los productos de otra manera, se pueden añadir o crear servicios (nuevos). Piense en servicios de leasing, seguros o logística. Debido a la conectividad de los productos y máquinas y a los datos proporcionados por ellas, los modelos de ingresos (compuestos) como el precio dinámico, el pago por uso, el pago por tiempo de actividad o el pago por producto/parte aprobado, se aplicarán cada vez más en la industria. Dejar que la creatividad de la empresa cumpla su propuesta de valor con (una mezcla de) productos, servicios y aplicaciones (por ejemplo, los usuarios pagan por el uso de la luz en lugar de comprar lámparas).

Las estrategias de mercado a prueba de golpes y las *carteras de productos* a prueba de golpes se crean combinando dos fuerzas principales que interactúan: el empuje de la tecnología y la atracción del mercado. La continua investigación e innovación centrada en el cliente y basada en tecnologías de vanguardia, es la guía para una gestión de productos eficaz e inteligente. Con las necesidades de los clientes en constante cambio y opciones técnicas casi infinitas para satisfacerlas, la gestión de productos, así como la investigación y el desarrollo obtendrán cada vez más las características de la *gestión de la innovación.*

La innovación implica el desarrollo de nuevos productos y servicios, nuevas características en los productos y servicios existentes, y nuevas formas de producirlos o venderlos, o un enfoque diferente a cualquier otro proceso dentro de la empresa. Las formas completamente nuevas de hacer negocios se denominan a menudo nuevos modelos de negocio. Las actividades de innovación aportan el mayor valor si están equilibradas y abordan diferentes tipos de innovaciones: Productos y Servicios, Procesos, Marketing y Organización.

Si se quiere establecer o mejorar la innovación dentro de la organización, no existe un procedimiento uniforme sobre cómo hacerlo. Pero hay muchos elementos y conceptos que pueden ayudar a las empresas a lograr el rendimiento innovador. En el punto 5.4, nos centramos en el proceso de innovación, las herramientas y los pasos y procesos básicos que deben seguirse para transformar las ideas en el producto final del mercado:

- Estrategia y objetivos de innovación
- Desarrollo de una organización y cultura innovadoras
- El proceso de innovación (identificación del problema/oportunidad, redefinición del problema, ideación, pretotipado/prototipado, prueba y selección de ideas).
- Investigación y desarrollo
- Protección de la propiedad intelectual
- Cómo financiar la innovación
- Producción (ver capítulo 4)
- Marketing.

La disciplina del *Marketing* está sujeta a cambios de gran alcance debido a la transformación digital y al uso de los medios sociales. Los consumidores ya no buscan simplemente un producto para consumir. En cambio, quieren contribuir a su desarrollo, quieren que se adapte a sus propias necesidades y desean interactuar con el producto. Además, están buscando formas de evaluar el producto y compartir sus experiencias de uso del mismo. A través del uso de los medios sociales y las nuevas tecnologías, los productos y los procesos de desarrollo y producción son cada vez más transparentes. Las empresas adquieren conocimientos sobre los clientes y los mercados, que pueden ser utilizados para optimizar su oferta y adaptarla a los diferentes grupos objetivo. Por lo tanto, Marketing 4.0 significa la integración del cliente en el proceso de marketing a través de la colaboración. El *marketing inteligente*

significa la expansión del marketing online y offline centrado en el consumidor a través de la integración de tecnologías para la interacción con los consumidores, así como a través de la digitalización integrada de procesos y el uso de datos, para lograr la optimización, flexibilización y personalización del contacto con el cliente.

El marketing tradicional es un triángulo de marca, posicionamiento y diferenciación. Marketing 4.0 extiende este triángulo a una cuarta dimensión: la experiencia y la interacción con la marca. Sobre todo, la experiencia del cliente es el centro de esta interacción.

En un entorno en el que cada empresa, cada marca y cada producto puede compararse a escala mundial con la competencia, es esencial que el marketing sea específico para cada grupo objetivo y se dirija a los clientes. Esto es posible a través del uso de varios canales de medios sociales, como se describe en el capítulo 5.5.

La industria inteligente implica *cadenas de valor* mucho más *integradas mediante el* uso de nuevas tecnologías de conexión que permiten el co-diseño y la co-creación, involucrando a clientes y proveedores. El software inteligente y la IO facilitan el intercambio de datos entre máquinas, departamentos y empresas. A través de una plataforma basada en la nube, los usuarios (finales) tienen acceso a los datos de todas las partes colaboradoras. La colaboración (digital) debe conducir a que los procesos de producción se organicen de forma más eficiente y a que las innovaciones despeguen más rápido y con menos tiempo para llegar al mercado. Los modelos de negocio innovadores se basarán en una red dinámica de empresas en continuo movimiento y cambio para crear valor para el cliente y permitir composiciones cada vez más complejas de productos y servicios.

Las estrategias de cooperación entre las PYMEs son vitales para implementar con éxito Industry 4.0 en toda la cadena de valor. En lugar de esforzarse constantemente por conseguir una porción más grande de la torta existente, los socios de la cadena de suministro se esfuerzan más por co-crear constantemente el "mejor" valor para el cliente, con el fin de ampliar la torta. Un desafío es establecer los incentivos adecuados y encontrar modelos adecuados de distribución de beneficios que compensen justamente a todos por su contribución.

5. Desafíos futuros de la gestión

Autores: Joseba Sainz de Baranda, Eva Arrilucea

5.1. Introducción y objetivos de esta sección

En este apartado se analizan los principales retos de gestión a los que se enfrentan las empresas en el contexto de la 4ª Revolución Industrial, caracterizada por la aparición de nuevas tecnologías industriales y tecnologías de la comunicación, que incrementan drásticamente el nivel de conectividad entre los componentes que intervienen en el proceso productivo.

Por lo tanto, la 4ª Revolución Industrial tiene el potencial de mejorar la flexibilidad y la productividad de las empresas y los negocios, pero también conlleva riesgos para la competitividad, los mercados laborales y la sociedad. Dado que el apoyo de la alta dirección es esencial para impulsar la Industria 4.0, y que la gestión es el proceso central de una empresa, los cambios en la gestión afectan a todos los procesos principales de la empresa y a todos los componentes del modelo de negocio: propuesta de valor, actividades principales, relación con los grupos de interés, capacidad de absorción de tecnología e innovación, estructura organizativa, cultura corporativa e incluso la gestión de riesgos.

Esta sección se centra en los retos de empleo en relación con la demografía, la pérdida de puestos de trabajo y la creación de puestos de trabajo debido a los cambios tecnológicos, pero también en la perspectiva de la gestión de los recursos humanos, que tiene por objeto desarrollar una mano de obra altamente comprometida y cualificada para lograr los objetivos de la empresa.

Dado que la respuesta a los nuevos retos productivos requiere una estrecha colaboración multidimensional, este informe incluye un capítulo para explorar las diferentes dimensiones de la colaboración: entre empresas y clientes, entre empresas y otros grupos de interés, y entre trabajadores y robots.

Además, los efectos de la 4ª Revolución Industrial en las empresas no sólo tienen implicaciones tecnológicas y organizativas, sino también reglamentarias y legales. Esta sección refleja la importancia de la regulación en ciertos aspectos como el acceso a los datos y la propiedad, la responsabilidad por los productos, la propiedad intelectual, los riesgos laborales, los derechos de los trabajadores y la normalización. También se hace una mención específica a la gestión de los procesos de seguimiento.

Por último, se resumen las principales recomendaciones relacionadas con los retos de gestión de las empresas en el contexto de la 4ª Revolución Industrial.

5.2. La gestión del modelo de negocio

La 4ª Revolución Industrial tiene el potencial de mejorar la flexibilidad y la productividad de las empresas y los negocios, pero también conlleva riesgos para la competitividad, los mercados laborales y la sociedad.

Dado que el apoyo de la alta dirección es esencial para fomentar la industria 4.0 (PWC, 2014) y la gestión es el proceso central de una empresa, los cambios en la gestión afectan a todos los procesos principales de una empresa, como la relación con el cliente, el modelo de colaboración, la creación y desarrollo de productos y servicios, la distribución y las ventas, las finanzas, la calidad, los procesos administrativos y otros procesos de apoyo. Por ejemplo, el nivel ejecutivo necesitará una relación más directa a nivel operativo. Además, el **nivel ejecutivo** tendrá que mantenerse conectado a la base de clientes. Y el sistema de gestión convencional pasará del control de los trabajadores al compromiso activo, entendido como una transferencia mutua de conocimientos entre los niveles directivo y operativo. Además, si bien es posible que exista una jerarquía de gestión, el proceso de decisión se llevará a cabo a través de la comprensión colectiva de los conocimientos compartidos. En general, los trabajadores no serán agentes pasivos, sino "trabajadores del conocimiento" con un papel más activo en las organizaciones. (Davies R, 2017)

En otras palabras, la Industria 4.0 necesita una transformación de los modelos de negocio actuales (ver figura 1) y una redefinición de la propuesta de valor para las empresas. El cambio de una empresa tradicional a una digital implica grandes cambios tecnológicos (sistemas de TI escalables, uso de Big Data), cambios en los procesos (procesos de extremo a extremo) y cambios en la interacción (con clientes, clientes, proveedores, etc.).

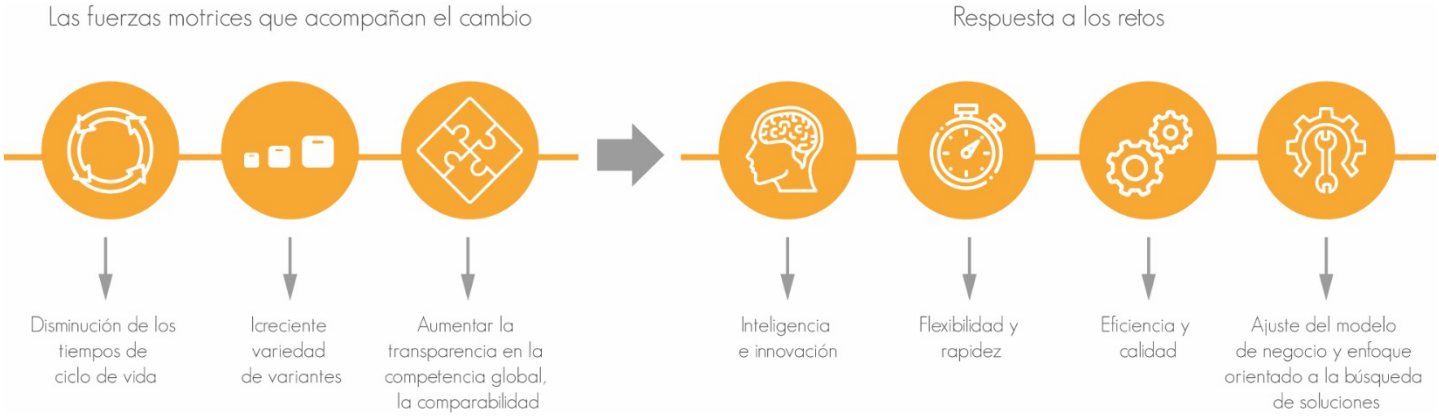


Figura 6.1. Las fuerzas impulsoras del cambio. Fuente: (KPMG, 2016)

Para que esto ocurra son necesarios tres tipos de movimientos de integración (ver figura 2):

- Sistemas de integración vertical y de fabricación en red, que se refieren a la creación de un sistema flexible mediante la integración de sistemas jerárquicos.
- Integración horizontal a través de redes de valor que buscan crear colaboraciones entre las diferentes empresas de la cadena de valor.
- Integración digital integral de la ingeniería en toda la cadena de valor.

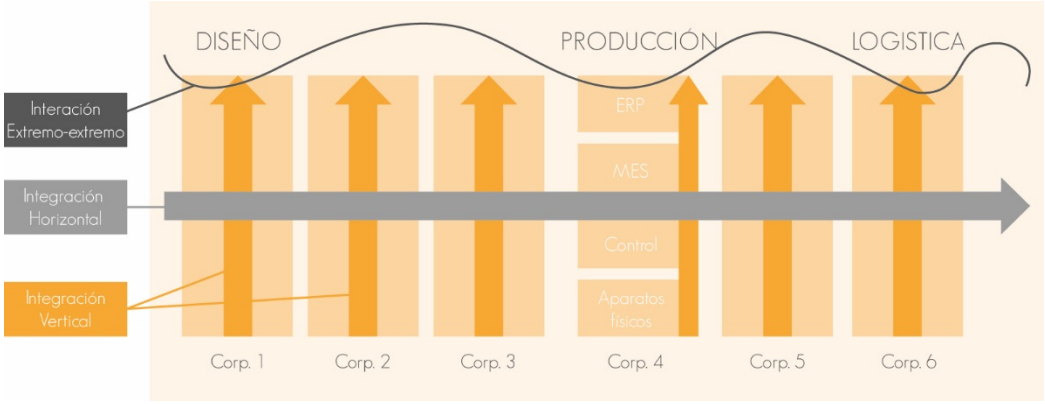


Figura 6.2. Aspectos de integración de la industria 4.0. Fuente:(Foidl & Felderer, 2016)

La gran cantidad de datos disponibles permite la toma de decisiones en tiempo real y una mayor agilidad operativa. Los tiempos de ciclo de vida declinan y la transparencia se vuelve cada vez más importante en la competencia global.

Para hacer frente a los cambios, las empresas deben desarrollar un conjunto de herramientas que les permita aprovechar al máximo sus capacidades. La fábrica del futuro es flexible para dar una respuesta personalizada a cada cliente a tiempo, optimizando la producción y los recursos. En este sentido, la gestión de una gran cantidad de datos se convierte en conocimiento e información que puede ser utilizada para monitorear y acelerar los procesos de toma de decisiones relacionados con la gestión, pero también con la producción. El impacto del análisis de datos en una empresa es enorme: Los datos pueden proporcionar información para la planificación financiera, reestructurar la cadena de valor, elegir nuevos socios, redefinir objetivos y metas, desarrollar nuevos productos y servicios y mucho más. El gran desafío para los gerentes es desarrollar un sistema adaptativo que permita equilibrar la automatización con la variación en la demanda y, al mismo tiempo, mantener un producto de alta calidad.

En cualquier caso, actuar como motor de cambio utilizando estas herramientas implica **cambiar los modelos de negocio actuales** teniendo en cuenta que a) las empresas deben tener una propuesta de valor clara y diferencial y b) los cambios afectan a todas las áreas y procesos de la empresa (procesos estratégicos, operativos y de soporte) (ver figura 3).

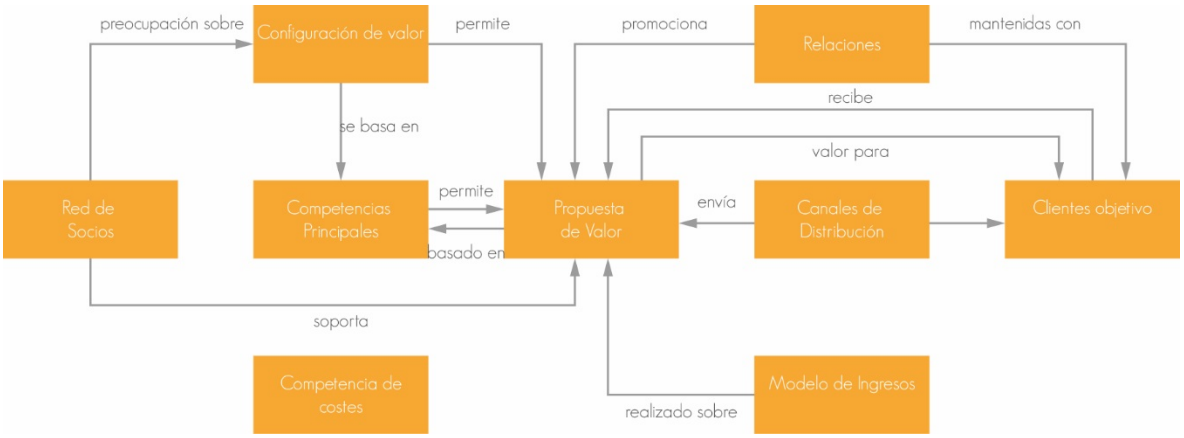


Figura 6.3. Elementos que constituyen el modelo de negocio. Fuente: (Christian Arnold, s.f.)

En el contexto de Industry 4.0, la **propuesta de valor** es el componente más influenciado de los modelos de negocio, debido principalmente a la introducción del IoT y al análisis Big Data (Christian Arnold, s.f.). Los segundos componentes más afectados son las competencias básicas, y el tercero, las relaciones intersectoriales.

Además, la Industria 4.0 permite modelos de negocio que aprovechan la personalización masiva (por ejemplo, líneas de montaje de productos para múltiples modelos de productos, o líneas de montaje de modelos mixtos con diferentes productos que se pueden montar en la misma línea), y para ello, incluye **nuevas formas de gestión de datos, nuevas estructuras organizativas y una nueva cultura orientada a la digitalización**. La transición de la producción en masa a la personalización en masa implicó cadenas de valor mucho más integradas y la adopción de nuevas tecnologías que permiten el co-diseño y la co-creación. Al mismo tiempo, la reducción de los costes de lanzamiento de nuevos productos podría significar nuevas oportunidades de negocio y mayores niveles de productividad. Y, por último, existe una enorme presión para incluir **factores sociales y ambientales** (Stubbs y Cocklin, 2008) en la nueva generación de modelos de negocio, teniendo en cuenta nuevos factores como las prácticas de diseño de productos obsoletos, los insumos de energía y agua, la innovación sostenible, el impacto de la actividad sobre los recursos naturales y el clima, la gestión de residuos y otros (véase el gráfico 5).

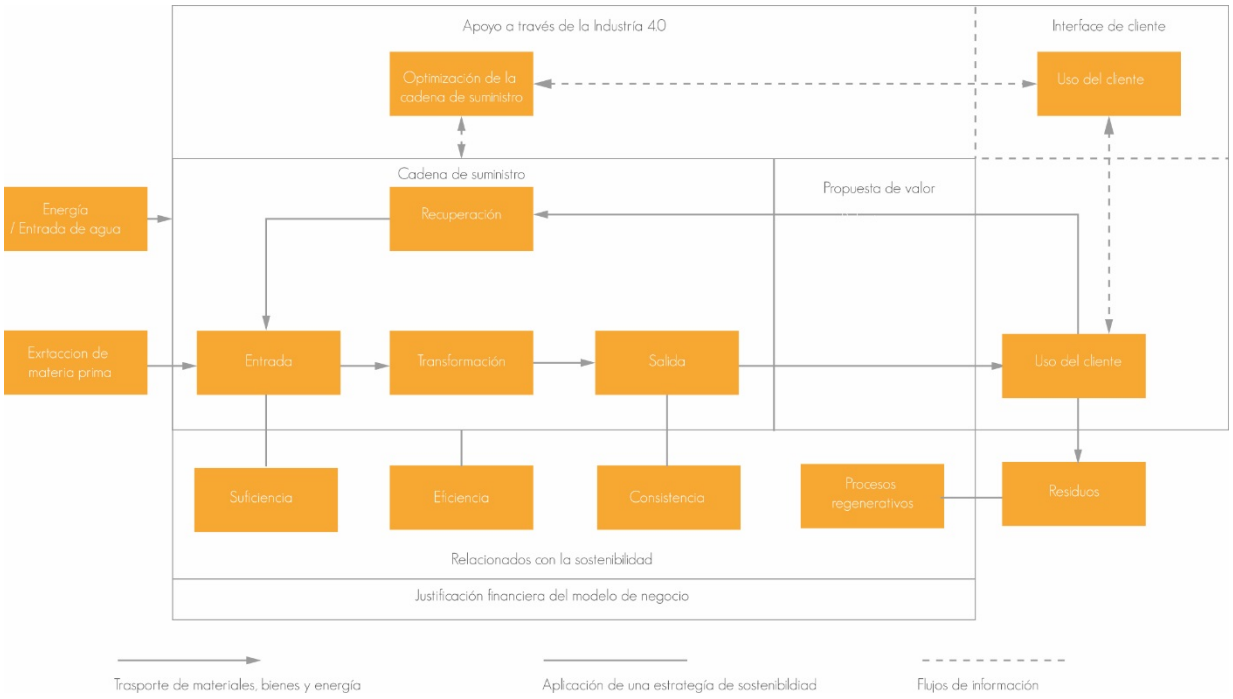


Figura 6. 4. Conectando la sostenibilidad y la Industria 4.0 al modelo de negocio. Fuente: (Man, de Man, & Strandhagen, 2017)

Otros factores a tener en cuenta en el desarrollo de nuevos modelos de negocio es el **modelo de servicialización o fabricación como servicio**, que es un enfoque competitivo para aumentar el valor añadido y ser más eficientes en el uso de los recursos. La tecnología permite optimizar los sistemas de producción en cuanto a costes, fiabilidad, tiempo, calidad y eficiencia. De hecho, la fabricación distribuida, los factores virtuales y la incorporación de servicios en nuevas combinaciones de productos y servicios ofrecen nuevas oportunidades con menores barreras de acceso al mercado para las pequeñas empresas (Comisión Europea, 2018). Las fábricas virtuales y las minifábricas son sólo dos ejemplos de nuevos modelos de negocio que pueden surgir de la integración de todos estos nuevos factores.

Otro aspecto clave es la **gestión de riesgos** en el contexto de la Industria 4.0. La gestión de riesgos es el proceso que ayuda a las empresas a comprender los riesgos inherentes a la situación actual y la respuesta correcta para ellos. En el sector de la fabricación, los riesgos operativos están asociados a la gestión de los procesos de fabricación, el mantenimiento, los métodos y herramientas de operación, los materiales, los recursos humanos, las máquinas y las tecnologías de fabricación y los entornos de máquinas. El concepto de Industria 4.0 genera nuevos riesgos asociados a la conexión del ciberespacio y a la externalización de servicios, entre otros. Aunque la Industria 4.0 puede tener impacto en todos los procesos de la empresa, la mayoría de los riesgos están relacionados con la seguridad de la información (Tupa, Simota y Steiner, 2017).

Por último, los nuevos modelos de negocio implican el uso de nuevos modelos de ingresos (precios dinámicos, pago por uso, facturación basada en el rendimiento) y modelos de costes/inversión.

Aunque estos nuevos modelos de negocio puedan parecer más complejos, la complejidad de la coordinación podría reducirse aumentando la flexibilidad, dividiendo el proceso de producción en unidades más pequeñas alineadas con los objetivos de alto nivel (Brettel, Friederichsen, Keller y Rosenberg, 2014). En general, el cambio en los modelos de negocio se justifica por uno de los siguientes objetivos: aumento de la flexibilidad, mejora de la productividad, reducción de costes, reducción de los plazos de entrega y/o mejora de la calidad de los procesos.

Para hacer frente a los retos relacionados con los cambios en los modelos de negocio, las PYMEs necesitan comprender plenamente la tecnología para poder absorberla. Existen algunas herramientas nuevas para ayudar a las PYMEs a probar la tecnología y a conocer de antemano cómo puede afectarles, por ejemplo, los centros de innovación digital (ventanillas únicas para ayudar a las PYMEs a ser más competitivas utilizando las tecnologías digitales) o los laboratorios de bancos de pruebas (plataformas de experimentación para probar y utilizar nuevas tecnologías). Además, las PYMES necesitan gestores con un doble perfil tecnológico y de gestión, capaces de entender el potencial de las nuevas tecnologías en un entorno incierto.

5.3. Retos del empleo

Aunque la relación entre tecnología y empleo es bastante compleja y difícil de predecir, tanto el trabajo con la organización y el diseño, como la formación y el desarrollo profesional continuo van a ser dos de las áreas clave para una implementación exitosa de la Industria 4.0. Los empleados tienen un papel cambiante, de operadores a solucionadores de problemas, y las empresas necesitan establecer el mecanismo para facilitar y acelerar este proceso.

5.3.1. Impacto del cambio tecnológico en el empleo

Por un lado, las fábricas inteligentes se caracterizan por un control en tiempo real que transforma todo el proceso productivo y ofrece a los trabajadores la oportunidad de tener más responsabilidades y mejorar su carrera profesional. Por otro lado, como muestra la figura 5, dado que los procesos de producción son cada vez más complejos, la Industria 4.0 cambia radicalmente los perfiles laborales y de competencias, por lo que la formación y el aprendizaje a lo largo de toda la vida son cada vez más importantes.

Figura 6.5. Perfil de competencias de Industry 4.0. Fuente: (KPMG, 2016)

Según (KPMG, 2016), la Industria 4.0 necesita conocimientos especializados, metodológicos y de sistemas, así como experiencia y conocimientos relacionados con la tecnología y el mercado, hardware, software y algoritmos. Es importante tener perfiles con conocimiento de procesos, organización, producción, tecnología y también capacidades sociales y emocionales. La disponibilidad de estos perfiles complejos es probablemente el mayor reto que la industria 4.0 debe afrontar ahora y requiere que los sistemas educativos y de formación adapten sus programas a la nueva realidad.

Los efectos del cambio tecnológico en el empleo son uno de los principales debates del siglo pasado. Históricamente, un desafío tecnológico no ha reducido el número de empleos industriales, sino que ha cambiado la estructura del empleo ("Proyecto RockEU", 2016). Sin embargo, algunos autores señalan que, dado que la velocidad del progreso tecnológico está aumentando rápidamente, la capacidad de los trabajadores para responder a los cambios puede ser superada, induciendo a la pérdida de empleos (Brynjolfsson & McAfee, 2014), (Frey & Osborne, 2017). Aunque la mayoría de estos estudios predicen altas tasas de pérdida de puestos de trabajo para diferentes economías (EE.UU., Alemania, Unión Europea), un estudio reciente de Bonin (Bonin H, 2015) especifica que sólo una parte de estos puestos de trabajo podrían automatizarse porque incluso en los puestos de trabajo altamente susceptibles de ser automatizados, hay tareas específicas difíciles de automatizar. En este estudio, los autores encontraron que sólo el 9% de los trabajadores estadounidenses y el 12% de los alemanes estaban involucrados en tareas que podían ser automatizadas. Hay informes posteriores que confirman resultados similares para los países de la OCDE (véase el gráfico 6).

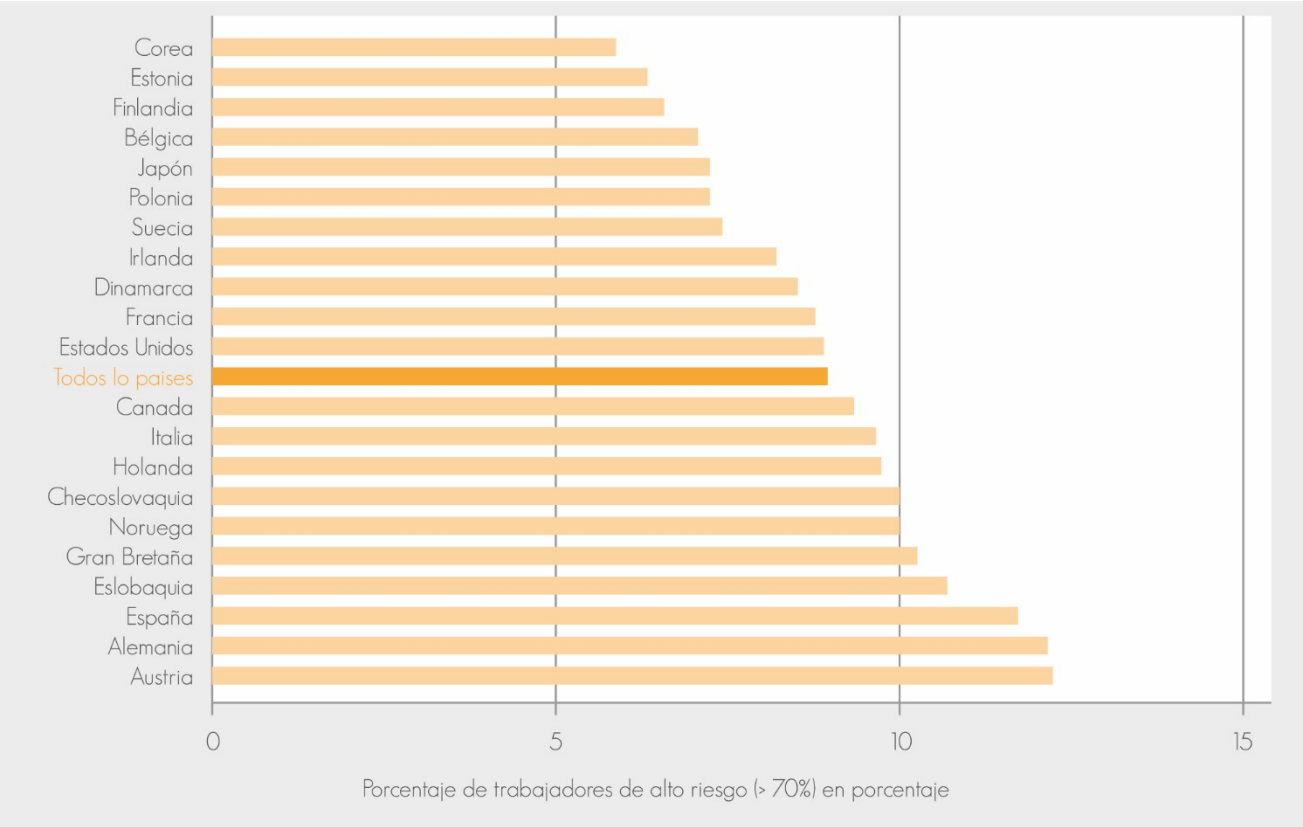


Figura 6.6. Porcentaje de empleados con alto riesgo en los países de la OCDE. Fuente: (Arntz, 2016)

Otro hallazgo importante de estos estudios es que la capacidad de automatización disminuye considerablemente en el nivel de educación y en los ingresos de los trabajadores: las personas poco calificadas y de bajos ingresos son las que enfrentan los mayores riesgos de ser automatizables.

Los principales cambios que afectarán a la demografía del empleo podrían ser: (Martín, 2017)

- Los procesos de control de calidad basados en el Big Data provocarán una disminución de la necesidad de trabajadores de control de calidad y un aumento de la demanda de técnico de datos.
- Los dispositivos inteligentes equipados con cámaras y sensores podrán ayudar al proceso de producción sustituyendo a los trabajadores por "coordinadores de robots".
- Los vehículos autónomos optimizarán la logística y el transporte y sustituirán a los conductores humanos.
- Dado que la necesidad de los ingenieros industriales de simular líneas de producción aumentará, se incrementará la demanda de ingenieros mecánicos especializados en el campo industrial.
- Los técnicos de mantenimiento podrían desaparecer y ser reemplazados por dispositivos inteligentes que permitan a los fabricantes predecir los fallos.
- Las máquinas y la tecnología se venderán como un servicio, ya que el fabricante instalará y mantendrá las máquinas y los clientes se beneficiarán del servicio que ofrece.

Sin embargo, la sustitución de puestos de trabajo no es tan inmediata como podría ser, ya que en algunos casos, como el de la asistencia sanitaria, existe una fuerte preferencia por el trabajo humano, y existen otros condicionantes que podrían retrasar el cambio tecnológico, como las barreras legales o culturales. En consecuencia, varios estudios recientes confirman que el cambio tecnológico no tendrá un efecto negativo sobre el empleo agregado. (Nordhaus, 2015), (Graetz G, 2015). Aunque existen tareas de alto riesgo de automatización en el transporte, la logística, el trabajo administrativo y el sector manufacturero, en general, parece que el principal reto para el empleo futuro residirá en la estructura de los puestos de trabajo y no en el número de puestos de trabajo, por lo que la flexibilidad de los mercados laborales para reaccionar ante los cambios tecnológicos será crucial para obtener beneficios. La mayor amenaza del empleo no es la automatización, sino la incapacidad de mantener la competitividad en el futuro. En este sentido, un sistema educativo tiene un papel muy importante en la formación de habilidades y competencias difíciles de adquirir por las máquinas: resolución de problemas, creatividad, inteligencia social, capacidad de comunicación, apertura a nuevas experiencias, etc. Es importante tener en cuenta la diversidad y evitar el enfoque único en la estrategia de recursos humanos (véase el recuadro 1: Foxconn).

Casilla 1. Foxconn

Foxconn, el mayor exportador de electrónica de consumo de alta tecnología de China, inició en 2017 un plan de tres fases para automatizar completamente su fábrica china utilizando unidades robóticas conocidas como *Foxbots*.

La primera fase quiere reemplazar los trabajos peligrosos, repetitivos o desagradables. La segunda mejora la eficiencia reduciendo el número de robots sobrantes en diez líneas de producción, y la última fase automatizará toda la fábrica con un número mínimo de trabajadores asignados a los procesos de producción, logística, pruebas e inspección.

La estrategia de Foxconn es mantenerse al día con la política china "Made in China 2025" para sustituir a los seres humanos por robots en las industrias manufactureras y aumentar la productividad.

En 2016, 60.000 trabajadores de fábrica fueron reemplazados, no sólo en las líneas de producción sino en todas las fábricas. En febrero de 2018, la empresa anunció la reducción de 10.000 puestos de trabajo en Taiwán.

5.3.2. Impacto del cambio tecnológico en la gestión de los recursos humanos

La gestión de los recursos humanos se define como un enfoque estratégico hacia el empleo efectivo y el desarrollo de una fuerza laboral altamente comprometida y cualificada para alcanzar los objetivos de la empresa. Los directores de recursos humanos tienen los siguientes objetivos:

- Mejorar la eficacia y el rendimiento individual
- Mejorar la eficacia y el rendimiento de la organización
- Desarrollo de conocimientos, habilidades y competencias
- Aumentar el potencial humano y el crecimiento personal.

Las tres áreas principales del desarrollo de recursos humanos son el desarrollo personal, el desarrollo de equipos y el desarrollo organizacional (Hecklau F, Galeitzke M, Flachs S, Kohl H., 2016).

Hemos visto que la irrupción de los cambios tecnológicos en las empresas afecta a la automatización de las tareas pero también a la presencia física de los trabajadores en los lugares de trabajo. Las tecnologías de la información y la comunicación facilitan el trabajo y abren la puerta a una nueva relación entre trabajadores y empleadores. En este sentido, los directivos están pasando de ser "gestores de personas" a "gestores de personas y máquinas". Dado que los CEOs operan en un mundo impulsado por la tecnología, las principales escuelas de negocios se centran en la intersección de negocios, tecnología y también en el diseño para anticipar la interrupción digital en las empresas. (Symonds, 2018)

Los directores generales y los directores de recursos humanos deben ser las principales fuerzas impulsoras del cambio, siendo un ejemplo de adopción de la tecnología en su propia actividad laboral y preparando el terreno para que toda la empresa acepte sin problemas los cambios. Para ello, es necesario desarrollar un guion creíble sobre los valores positivos que aportan los cambios tecnológicos en la industria. Y lo que es aún más importante, es necesario desarrollar las medidas para garantizar la actualización y el reciclaje de los perfiles de los trabajadores y mejorar su empleabilidad en la organización.

En un contexto de la Industria 4.0, los empleadores quieren mejorar la productividad, reducir la rotación de los empleados, mantener bajos los costes e innovar. La **transparencia, el control y la comunicación** son factores clave en este proceso, para que los trabajadores puedan afrontar los cambios en un entorno laboral de confianza y, al mismo tiempo, tecno-diverso. Los directores de recursos humanos deben ser responsables de gestionar el cambio cultural del trabajo en entornos tecnológicos donde las máquinas son nuestros nuevos colaboradores.

Además, están surgiendo **diferentes formas de organización del trabajo** que afectan a las relaciones entre trabajadores y empleadores. En estas nuevas formas, la dimensión humana es más importante -la fabricación centrada en el ser humano-, especialmente cuando el trabajo humano no puede ser sustituido. Estos modelos centrados en el trabajador afectan al diseño de los lugares de trabajo y a la asignación de la carga de trabajo, y se espera que aumenten la satisfacción de los trabajadores y hagan que el lugar de trabajo sea más saludable y seguro (Comisión Europea, 2018). Asimismo, las nuevas organizaciones del trabajo tienen en cuenta las limitaciones de la mano de obra, como el envejecimiento de los trabajadores.

Una de las principales conclusiones relacionadas con la gestión de recursos humanos es que las empresas deben cuidar la **empleabilidad de los trabajadores** y no los puestos de trabajo. Por otro lado, la formación, los nuevos métodos de aprendizaje y el aprendizaje a lo largo de toda la vida son factores clave para conseguir este objetivo y para mejorar la aceptación por parte de los trabajadores de los cambios tecnológicos en la empresa.

Para hacer frente a los retos relacionados con el empleo, las PYMES tienen algunas acciones posibles, como la realización de un estudio de los conocimientos internos actuales y las necesidades futuras, para revelar las diferencias entre las dos situaciones. Asimismo, las PYMEs deben cubrir los puestos clave con personas en forma de T: personas con conocimientos especializados que, al mismo tiempo, tengan habilidades personales para conectarse con otros campos del conocimiento. En cualquier caso, las pymes van a necesitar una estrecha vinculación con otros agentes del sistema de innovación para analizar las brechas, desarrollar los perfiles adecuados e incluirlos en la organización interna del trabajo. En este sentido, las universidades, las organizaciones de investigación y tecnología, los centros de formación profesional, los centros de innovación y los bancos de pruebas podrían ser buenos socios en los que se desarrollarían y ofrecerían aspectos de formación.

5.4. Desafíos de colaboración

La respuesta a los nuevos retos productivos requiere una estrecha colaboración entre las diferentes tecnologías y los diferentes sectores, así como entre los diferentes actores de toda la cadena de valor productiva integrada de forma activa y colaborativa.

En cuanto a la tecnología, la colaboración es uno de los principales componentes de la 4ª Revolución Industrial. Los **sistemas ciber físicos** como las redes inteligentes, los sistemas autónomos de automoción o los sistemas de control de procesos han cambiado las formas de colaboración en los sistemas de producción actuales. La conexión entre el **mundo real y el virtual** afecta a los procesos, sistemas embebidos, componentes de software e incluso a los robots.

Dado que tecnologías como QR (Quick Response Code), NFC (Near Field Communication), RFID (Radio Frequency Identification), Bluetooth y otras permiten a las partes interesadas estar constantemente informadas sobre el estado de la producción, la participación de los clientes y socios comerciales se convierte en una de las principales características del futuro sistema de producción industrial.

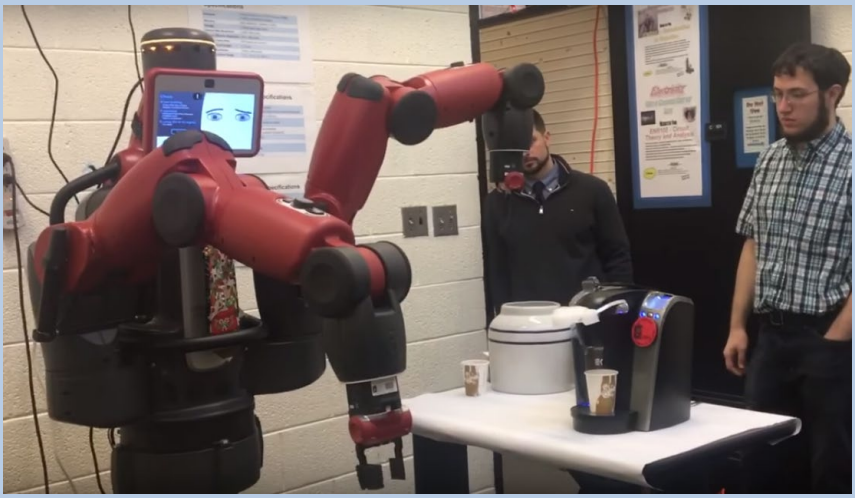
El cambio en las **relaciones con los clientes** afecta a la estrategia de mercado y de producto de la empresa, por lo que es importante entender sus necesidades y prioridades para establecer un modelo de colaboración que permita a la empresa definir una propuesta de valor correcta y un modelo de negocio asociado. En el contexto de la Industria 4.0 los clientes están involucrados desde la primera parte del proceso de entrega del producto - la fase de previsión y desarrollo de ideas de producto - hasta la última, la fase de entrega y post-venta, y es importante tener en cuenta tanto sus preferencias como los datos disponibles relacionados con sus necesidades y perfil personal. Además, las oportunidades de la Industrai 4.0 permiten propuestas de valor más flexibles que dan como resultado el suministro de productos individualizados y la posibilidad de atraer nuevos clientes más allá de las fronteras de la industria (Emmrich V, Döbele M, Bauernhansl T, Paulus-Rohmer D, Schatz A, Weskamp M., 2015). Todos estos factores se traducen en una relación con la cliente mejorada, a largo plazo, intensificada y más directa.

Además, la **colaboración entre trabajadores y robots** ahora tiene lugar en un entorno compartido, dentro del mismo lugar físico y, en algunos casos, con interacción verbal (véase el Cuadro 2: La diferencia de Baxter).

Casilla 2. La diferencia de Baxter

Rethink Robotics es una empresa fundada en 2008 y ubicada en Boston, especializada en la producción de los robots colaborativos Sawyer y Baxter, formados para trabajar con trabajadores humanos.

Baxter se creó en 2012 para romper con la idea de que los robots trabajen separados de los trabajadores humanos. Baxter está equipado con el software *Itera* para utilizar el robot en un entorno de fabricación. Entre otras cosas, el robot puede ser "entrenado" simplemente moviendo su brazo para demostrarle los movimientos correctos.



Además, el robot trabaja con métricas de producción críticas (recuento de piezas, tiempos de ciclo, velocidad, señales), dispone de cámaras para realizar tareas de visión complejas y, mediante flexiones de titanio, el robot puede ajustar la cantidad de fuerza requerida mientras ejecuta una tarea.

En cualquier caso, la colaboración plantea algunos retos para pasar de un sistema de control de fábrica centralizado a uno descentralizado y otros relacionados con la seguridad de la producción que aún no se han resuelto. Para hacer frente a todos los retos relacionados con la colaboración, las PYMEs deben integrar procesos de inteligencia de negocio en su actividad, de forma que puedan incorporar ideas y nuevos conocimientos a la estrategia de la empresa. Asimismo, las PYMEs deben considerar a los actores de sus cadenas de valor (proveedores, clientes, competidores, etc.) como parte de su propio negocio, y no sólo como agentes aislados desvinculados del proceso interno de toma de decisiones.

El concepto de Innovación Abierta, definido como el uso de entradas y salidas de conocimiento intencionadas para acelerar la innovación interna y ampliar los mercados para el uso externo de la innovación, respectivamente (Henry Chesbrough, 2003), también desempeña un papel clave en la cooperación. Además, al ser cada vez más pequeños los ciclos de innovación, la colaboración con otros grupos de interés a través de plataformas específicas se convierte en un valor estratégico para incorporar nuevas ideas y conocimientos a la empresa, y para aumentar el número de oportunidades. La colaboración con terceros es fundamental para fomentar la transferencia de tecnología a las empresas y para desarrollar soluciones interdisciplinarias e integradas al mercado. Los beneficios de la Innovación Abierta son claros:

- Reducción del tiempo y del coste de los proyectos de innovación.
- Incorporación de soluciones e innovaciones en forma de ideas, patentes, productos y tecnologías.
- Comercialización de invenciones.

Para las PYMEs industriales es importante avanzar y profundizar desde el proceso de colaboración hasta el acto de co-creación. **La co-creación** como la creación conjunta de valor por parte de una empresa y otras partes interesadas, y en particular los consumidores que trabajan con la empresa para co-construir la experiencia de servicio de acuerdo con sus preferencias (Prahalad & Ramaswamy, 2004a). Como primeros pasos, a continuación, se puede encontrar un enfoque general:

- Establece tu visión -¿A quién vas a ayudar, y en qué le vas a ayudar?
- Crear un modelo - esto es, la forma en que les vas a ayudar, dividiéndolo en partes más pequeñas o características.
- Recoge cada parte en una hoja de papel-describe el valor de esa parte para su cliente.
- Presente su visión a su cliente- confirma que esto es algo con lo que necesitan ayuda y si no, pregunte por qué o en qué tarea necesitan ayuda.
- Dele a su cliente las partes revueltas y algunos pedazos de papel en blanco y un boli -pídeles que compongan los pedazos para formar una imagen completa que les ayude con su tarea. Pídeles que descarten las partes que no necesitan y que añadan las que sí necesitan.
- Pídeles que empiecen a rellenarlos en detalle- ¿qué incluirías en esta parte? Recoge las palabras que usan para describirlo.
- Pulir y repetir (Medium,2017).

Casilla 3. Co-creación en la industria manufacturera

Dewalt es un fabricante líder de herramientas eléctricas de alta calidad. Millones de profesionales confían en la empresa para producir los últimos productos duraderos que resuelven los nuevos retos en una obra. Para entender la dirección que la tecnología y la innovación necesitan tomar, DEWALT tiene una comunidad de conocimiento galardonada de más de 10.000 usuarios finales.

La compañía utiliza su comunidad para conocer a los clientes y sus necesidades, al mismo tiempo que recopila información sobre el producto, el envase y el marketing. Dewalt también tiene una propuesta de invención en la que profesionales y clientes leales presentan ideas para líneas de productos completamente nuevas. (VISIÓN CRÍTICA, 2018).

Uno de los últimos desarrollos en este sentido, aplicado a las PYMES industriales, es el surgimiento de procesos **inteligentes en la cadena de valor**, que se definen como nuevos procesos o nuevas soluciones que ahorran al menos un paso en la cadena de valor, consiguiendo así un ahorro de costes, una reducción de tiempos y una mejor calidad de la producción. Por lo tanto, los procesos inteligentes de fabricación de cadenas de valor tienen un impacto directo en la competitividad de las empresas manufactureras.

Uno de los principales impulsores de esta tendencia es la clara demanda del mercado de procesos de fabricación más flexibles, ágiles y eficientes. Al integrar varios aspectos de la cadena de valor en los procesos de fabricación inteligentes, o al proporcionar soluciones innovadoras que aumentan la flexibilidad, la agilidad y la eficiencia, se pueden obtener beneficios sustanciales en toda la cadena de valor. Los distintos mercados que se ven afectados por esta tendencia muestran un alto potencial de crecimiento.

También se identificaron varios factores de éxito. Las empresas suelen ofrecer soluciones altamente innovadoras que tienen una clara ventaja competitiva sobre sus competidores. Además, una combinación de financiación privada, financiación bancaria, financiación de capital riesgo y financiación pública proporcionó una buena combinación de recursos disponibles. Mientras que algunos siguen luchando por encontrar trabajadores altamente cualificados y

especializados, otros han sido capaces de atraer talento mediante la obtención de puestos de doctorado en la empresa o mediante el establecimiento de un nombre en el sector. http://ec.europa.eu/growth/content/smart-value-chains_en

En el proceso de implementación del concepto de cadena de valor inteligente, la IoT juega un papel principal, adquiriendo datos de los dispositivos y aprovechando su valor para el beneficio de la empresa. El punto clave para la mayoría de las PYMEs sería cómo empezar y qué consideraciones deben tener en cuenta las PYMEs antes de empezar. A continuación, encontrará algunos temas de interés:

- ¿Dónde ves oportunidades para automatizar las operaciones comerciales?
- ¿Cuál es el problema empresarial específico que tu organización quiere resolver?
- ¿Cuántos clientes van a estar involucrados?
- ¿Necesitas otros actores/empresas/HEIs/Centros Tecnológicos/Consultores para una implementación adecuada?
- ¿Qué aspectos de la IoT se adecuan mejor para este proyecto? Las opciones podrían incluir operaciones conectadas, operaciones remotas, análisis predictivo, mantenimiento preventivo, IoT como servicio, máquinas y equipos controlados a distancia, zonas de control industrial, entornos inteligentes y muchos otros.
- ¿Has identificado líderes de equipo y socios multifuncionales para que apliquen conjuntamente la solución de IoT?
- ¿Qué proyecto específico y ubicación tienes en mente para su caso de uso?
- ¿Puedes describir en términos sencillos el alcance del proyecto, la solución de IoT y el problema de negocio que resuelve?
- ¿Este proyecto inicial puede eventualmente ser escalado y optimizado en toda la empresa?

En la mayoría de los casos, las PYMEs necesitan asistencia, no sólo para responder a todas las preguntas descritas y establecer una relación de confianza y solidez entre las unidades de la cadena de valor inteligente, sino también para implementar toda la tecnología que hay detrás de Iot. En ese sentido, además de los dispositivos tecnológicos utilizados para capturar y gestionar datos, existen otras tecnologías de gestión que influirán en los procedimientos de gestión de las cadenas de suministro.

Los principales retos a los que se enfrentan las cadenas de suministro están relacionados con el intercambio de información y la confianza. Con sus propiedades intrínsecas, **la cadena de bloques o blockchain** y la IoT ofrecen oportunidades brillantes para abordar estos retos relacionados con la continuidad de la información, la accesibilidad a la información, la relación entre los flujos físicos y de información y las violaciones del código de conducta y la detección del fraude.

5.5. Desafíos legales y regulatorios

La implementación de la Industria 4.0 no sólo tiene implicaciones tecnológicas y organizativas, sino también reglamentarias y legales. El marco regulador a nivel europeo se define mediante las siguientes **normas y recomendaciones:**

- Informe del Parlamento Europeo con recomendaciones a la Comisión de Normas de Derecho Civil sobre Robótica (2015/2013(INL)). Contiene recomendaciones relacionadas con los "robots inteligentes", la responsabilidad civil, la interoperabilidad: acceso al código y la propiedad intelectual, un código de conducta ética para los ingenieros en robótica y un código para el comité de ética de la investigación y la "entidad electrónica", entre otros.
- ISO /TS 15066:2016 - Robots y dispositivos robóticos, que especifica los requisitos de seguridad para los sistemas de robots industriales colaborativos y el entorno de trabajo, y complementa los requisitos y la guía sobre la operación de robots industriales colaborativos que figuran en las normas ISO 10218-1 e ISO 10218-

2. La regla se aplica a los sistemas de robots industriales como se describe en las normas ISO 20218-1 e ISO 10218-2, pero no se aplica a los robots no industriales, aunque los principios de seguridad presentados pueden ser útiles para otras áreas de la robótica.

- Comunicación de la CE sobre el fortalecimiento del sistema europeo de ciber resiliencia y el fomento de una industria de ciberseguridad competitiva e innovadora [Error de cita], para garantizar la confianza en los sistemas digitales avanzados.
- Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) por el que el Parlamento Europeo, el Consejo de la Unión Europea y la CE se proponen reforzar y unificar la protección de datos para todas las personas dentro de la Unión Europea ("Reglamento (UE) 2016/679 - Instituto Universitario Europeo", n.d.).

El desarrollo de la legislación no es homogéneo en todos los países. EE.UU., Japón y Corea del Sur son algunos ejemplos de países con un mayor grado de regulación sobre robots y robótica. En Europa, el debate se centra en dos cuestiones principales: el momento adecuado para regular y la intensidad de la regulación. En cuanto a la primera, una regulación temprana puede obstaculizar el desarrollo tecnológico, pero una regulación tardía puede no controlar las consecuencias sociales, políticas y económicas. En cuanto a la intensidad, no hay consenso sobre el grado de detalle de las definiciones reglamentarias. Tampoco si la regulación debe ser dura (reglas de pegado) o blanda (directrices generales).

Algunas de las cuestiones legales más importantes para las empresas en la era digital son el **acceso a los datos, la responsabilidad, la propiedad de los datos y la nube** (Guido Lobrano, Patrick Grant, Dr Heiko Willems, Dr Peter Bräutigam, Christiane Hinerasky, 2017).

En cuanto a la **propiedad y acceso a los datos**, actualmente no existe un concepto legal de propiedad de los datos para los datos no personales y la práctica general es establecer acuerdos sobre los derechos sobre los datos. Con el fin de fomentar la libre circulación de datos, se evalúa la creación de un nuevo "derecho del productor de datos" para los datos no personales y anónimos (Comisión Europea, 2017). Aunque el Reglamento general de protección de datos ha sido un paso importante hacia la armonización, es importante establecer normas fiables para la transferencia internacional de datos. Además, la ley de protección de datos puede ir más allá en algunas áreas especiales: protección de datos de los empleados, ley de digitalización de la transición energética y adopción de la ley de salud electrónica.

Dado que los **activos intangibles** son los principales factores de éxito, el valor añadido de la empresa puede estar en el lugar de producción (incluidas las oficinas centrales), en el lugar de la actividad de I+D o en el lugar de la actividad comercial (incluidos los entornos virtuales). Aunque la protección de los activos intangibles (como la propiedad intelectual) es clave para la supervivencia de las empresas en el contexto de la Industria 4.0, no es fácil, y sigue siendo un tema en discusión (KPMG, 2016), cómo gravar a la empresa en el lugar en el que se está creando el valor añadido. Deberían determinarse y promoverse las mejores prácticas en materia de explotación de la IP para estimular un mayor desarrollo de nuevos enfoques en la industria manufacturera.

Además, la empresa debe operar en un contexto legal determinado que regule la propiedad intelectual y el conocimiento, los datos, el empleo, la responsabilidad corporativa y el comercio exterior y las exportaciones, entre otros. Por todo ello, las empresas deben desarrollar la capacidad de ofrecer soluciones sencillas a problemas jurídicos cada vez más complejos.

Una situación que podría afectar a las empresas es el aumento de los **costes fiscales por el uso de robots**. Uno de los principales defensores de esta idea es Bill Gates (Delaney, 2017), quien propone que los robots paguen impuestos equivalentes a los que pagan los trabajadores. De hecho, en 2017, los legisladores de la UE consideraron una propuesta para cobrar a los propietarios de robots por la formación de los trabajadores que han perdido su empleo.

La propuesta fue rechazada y, a cambio, el Parlamento Europeo propuso un reglamento sobre la creación y distribución de robots en lugares de trabajo (Delvaux, 2017). Aunque esta cuestión todavía está en estudio, existe un riesgo real de que aumenten las desigualdades sociales y podría ser una solución si los robots asumen tareas sin tener la oportunidad de sustituir la pérdida de puestos de trabajo.

Pasando a otras cuestiones, el trabajo colaborativo con robots implica cambios en las **medidas de prevención de riesgos laborales**, mientras que la introducción de nuevas tecnologías en un entorno de fabricación puede conllevar nuevas obligaciones empresariales y nuevos riesgos (accidentes entre trabajadores y robots, electrocuciones, quemaduras, tecno-estrés y otros). En este sentido, en lo que respecta a la legislación laboral, es necesario tener en cuenta algunas cuestiones importantes que afectan directamente a los **derechos** colectivos e individuales de los **trabajadores:**

- la aplicación de un **sistema de cuotas** para obligar a las empresas a disponer de un determinado número de trabajadores humanos

- una modificación de las desgravaciones fiscales y de las deducciones de las **cotizaciones sociales** en que incurren los empresarios para aumentar el atractivo de la contratación de trabajadores humanos

- nuevas **medidas de empleo y planes públicos** en un contexto económico robótico

- nueva regulación de conceptos como **tiempo de trabajo, turnos de trabajo** y **clasificación de puestos de trabajo**

- legislación que garantice derechos fundamentales como la **promoción profesional, el aprendizaje permanente, la no discriminación, la privacidad y la protección de datos** (el uso de dispositivos audiovisuales puede suscitar preocupación por la privacidad de los trabajadores), la **objeción de conciencia tecnológica** (reacción negativa de los trabajadores al trabajo en un entorno robótico), la libertad sindical y el derecho a la huelga.

Algunas de las principales recomendaciones del Proyecto RockEU (2016) (Arntz, 2016) apuntan a que la regulación debe centrarse en el fomento del mercado.

Pasando a otras cuestiones, **la estandarización de los flujos de datos** es urgente para desarrollar el potencial innovador de la Industria 4.0. Caracterizadas por dispositivos y sistemas interconectados, las fábricas inteligentes necesitan maximizar la eficiencia en la asignación de recursos y la agilidad en los procesos de producción. Para alcanzar este objetivo, es necesario disponer de un ecosistema de clientes, proveedores y socios que se comunique en tiempo real con información segura e integrada, y para que esto ocurra, la circulación de los datos requiere una estandarización. Algunos sectores, como la industria aeroespacial europea, ya han llegado a esta conclusión, creando una plataforma sectorial para compartir información a lo largo de toda la cadena de valor (Rizk, 2016).

En este sentido, con el fin de conseguir un entorno de normalización eficaz para las tecnologías digitales, la Comisión Europea ha identificado cinco áreas prioritarias para los esfuerzos de normalización: 5G, Cloud Computing, el Internet de las cosas las tecnologías de datos y la ciberseguridad. Este enfoque estaría respaldado por un mecanismo de ejecución, basado en un seguimiento regular por parte de la Comisión, un diálogo de la Comisión con todas las partes interesadas, la cooperación con las organizaciones de normalización y un compromiso internacional reforzado (Comisión Europea, 2016).

Desde el punto de vista de las PYMEs, poco pueden hacer para influir en el sistema fiscal, jurídico y reglamentario, pero pueden anticipar los cambios y las tendencias futuras utilizando un sistema eficaz de vigilancia del mercado y la

tecnología. Si las PYMEs saben lo que va a ocurrir en un futuro próximo en el entorno normativo/fiscal/jurídico, estarán preparadas con los recursos adecuados para hacer frente a la nueva situación. Por otra parte, las PYMEs tienen la opción de agruparse en estructuras empresariales más grandes (asociaciones sectoriales, industriales o profesionales) para hacer oír su voz ante otras partes interesadas.

5.6. Desafíos de seguimiento y control

El seguimiento continuo es una de las competencias centrales de una fábrica del futuro porque las empresas estarán en un proceso continuo de reposicionamiento estratégico con cambios estructurales y mejora continua.

Las ofertas de productos y servicios están fuertemente basadas en datos y en la recopilación, supervisión y análisis de procesos, y abren la puerta a nuevos e innovadores conceptos como el **mantenimiento predictivo** para evitar problemas en la producción. Así, un sistema de monitorización equipado con sensores que generan una gran cantidad de datos sobre los procesos, puede comparar estos datos con los históricos, revelando patrones y siendo capaz de predecir fallos o vulnerabilidades en un entorno de producción (análisis de vibraciones para detectar desajustes, desequilibrios y otros fallos, técnicas de infrarrojos para detectar problemas en los mecanismos eléctricos, etc.). Se pueden tomar medidas inmediatas, que aumentarán la fiabilidad del proceso de producción.

Las máquinas pueden incluso proporcionar diagnósticos remotos y ofrecer servicios de mantenimiento desde sus ubicaciones, y estos datos también pueden ser útiles para saber en qué condiciones están funcionando las máquinas y qué aprender de estos datos (Khan A, 2016).

A nivel operativo, los datos pueden transmitirse en tiempo real y pueden incluir órdenes de producción, vigilancia de la producción (métricas clave de producción), necesidades de mantenimiento, análisis de datos o mapeo de flujo de valor virtual, entre otros (Davies R, 2017).

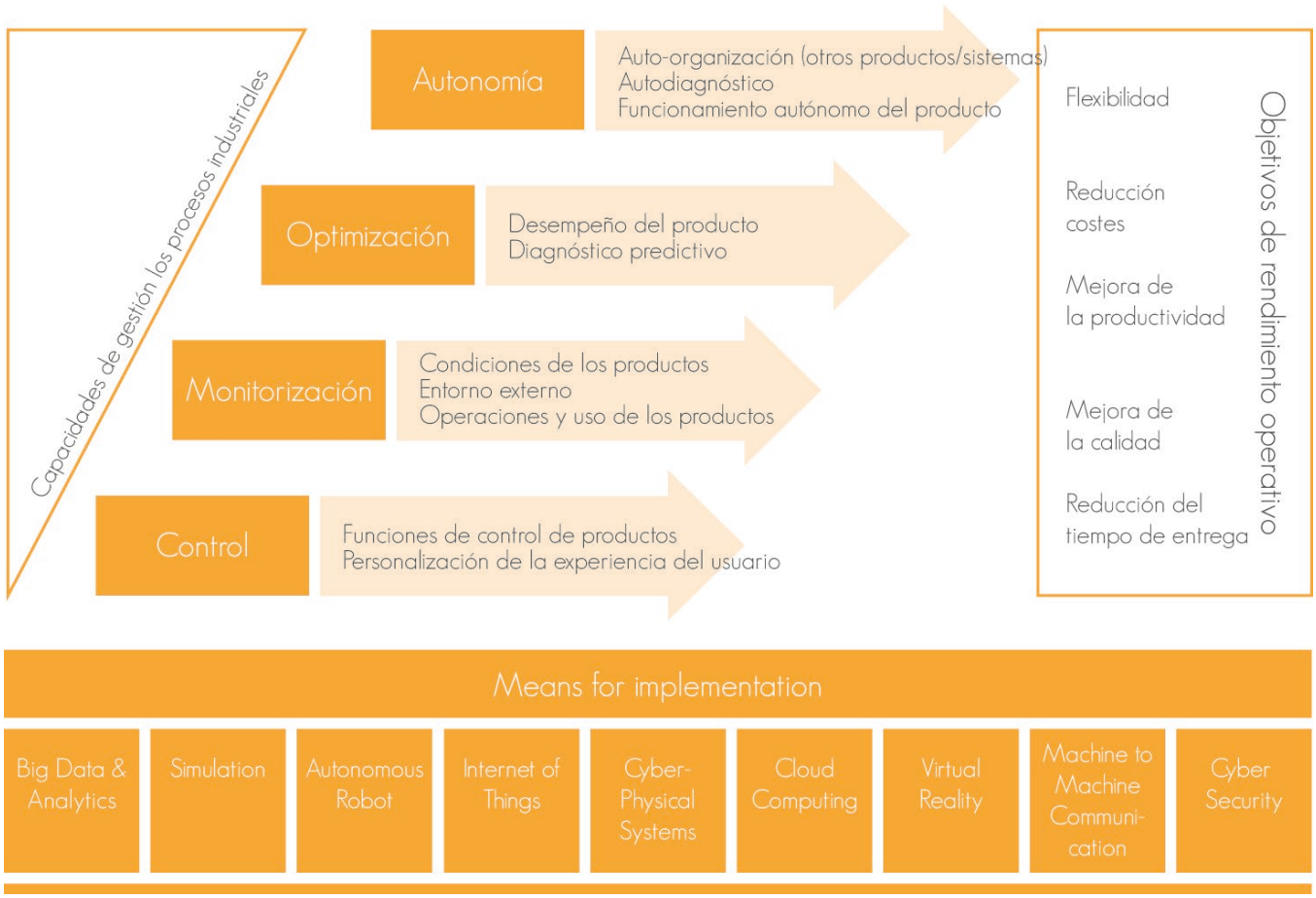


Figura 6.7. Capacidades de gestión de procesos industriales. Fuente: (Moeuf, Pellerin, Lamouri, Tamayo-Giraldo y Barbaray, 2018)

Siguiendo el marco analítico proporcionado por Moeuf, 2017 (véase el gráfico 7), se pueden establecer cuatro niveles de capacidad de gestión con fines de seguimiento y control:

- Monitorización global del sistema de producción mediante dispositivos conectados. La función de supervisión también puede adoptar la forma de un análisis histórico utilizado para la toma de decisiones. Este es el nivel más fácil de capacidad de gestión que se puede alcanzar en la Industria 4.0.

- Control basado en datos históricos para detectar situaciones que requieren una decisión a través de una alerta. El control favorece la interacción de los empleados con el sistema mediante el uso de datos históricos y umbrales predeterminados.

- Optimización en tiempo real mediante datos de monitorización, modelos de sistemas y sistemas de simulación. Este nivel tiene por objeto mejorar los sistemas y procesos y puede lograrse mediante numerosos enfoques.

- Las capacidades de monitorización, control y optimización en tiempo real se combinan para obtener mayores niveles de optimización, por ejemplo, utilizando sistemas capaces de aprender de forma autónoma de su propio comportamiento y adaptarse en función de los resultados obtenidos.

Todos estos niveles pueden materializarse a través de la implementación de diferentes tecnologías como Big Data, simulación, robots autónomos, Internet de los objetos, CPS, cloud computing, realidad virtual, comunicación máquina a máquina y ciberseguridad.

Para hacer frente a este reto, las PYMEs deben contar con un proceso formal de seguimiento con indicadores clave de rendimiento vinculados a las actividades más estratégicas de la empresa, y perfectamente entretejidos con el resto de los procesos de la empresa. De esta forma, las PYMEs podrán tomar decisiones informadas sobre la actividad actual y futura, y contarán con información precisa para tomar decisiones estratégicas a medio y largo plazo.

5.7. Principales conclusiones y recomendaciones

- La **4ª Revolución Industrial** supone la fusión entre el mundo físico y el virtual. El trabajo en red y la transparencia son la base del paradigma de la Industria 4.0 que cambia la producción de "centralizada" a "local" en una transición de los sistemas centrales de gestión de la producción a la inteligencia local con una base mejorada para la toma de decisiones.

- En este contexto, **las fábricas se volvieron "inteligentes"** con procesos mejorados de fabricación, ingeniería, cadena de suministro y gestión del ciclo de vida, en un enfoque completamente nuevo de la producción. Las fábricas inteligentes tienen sistemas de fabricación integrados en redes verticales con sistemas no productivos, y horizontalmente integrados en redes de valor a lo largo de toda la cadena de valor. Esto permite la personalización del producto y una producción más ágil, lo que implica modelos de negocio innovadores en torno a nuevas propuestas de valor y prácticas de negocio más eficientes.

- La industria 4.0 necesita una **transformación de los modelos de negocio actuales** y una redefinición de la propuesta de valor para las empresas. Pasar de una empresa tradicional a una digital implica grandes cambios tecnológicos, cambios en los procesos y cambios en la interacción. Esto implica tres tipos de movimientos de integración: integración vertical y sistemas de fabricación en red, integración horizontal a través de redes de valor e integración digital de extremo a extremo de la ingeniería a lo largo de toda la cadena de valor.

- El cambio en los modelos de negocio se justifica por uno de los siguientes objetivos: **aumento de la flexibilidad, mejora de la productividad, reducción de costes, reducción de los plazos de entrega y/o mejora de la calidad de los procesos.**

- Dado que el apoyo de la alta dirección es esencial para fomentar la industria 4.0 y la **gestión es el proceso central de una empresa**, los cambios en la gestión afectan a todos los procesos principales de la empresa. El gran desafío para los gerentes es desarrollar un sistema adaptativo que permita equilibrar la automatización con la demanda de variación y, al mismo tiempo, mantener un producto de alta calidad.

- La gestión de riesgos es el proceso que ayuda a las empresas a comprender los riesgos inherentes a la situación actual y la respuesta correcta para ellos. En el sector de la fabricación, los riesgos operativos están asociados a la gestión de los procesos de fabricación, el mantenimiento, los métodos y herramientas de operación, los materiales, los recursos humanos, las máquinas y las tecnologías de fabricación y los entornos de máquinas. El concepto de Industria 4.0 genera nuevos riesgos asociados a la conexión del ciberespacio y a la externalización de servicios, entre otros. Aunque la Industria 4.0 puede tener impacto en todos los

procesos de la empresa, **la mayor parte de los riesgos está relacionada con la seguridad de la información.**

- Para hacer frente a los retos relacionados con los cambios en los modelos de negocio, las PYMEs necesitan comprender plenamente la tecnología para poder absorberla. Existen algunas **herramientas** nuevas **para ayudar a las PYMEs a probar la tecnología** y a conocer de antemano cómo puede afectarles, por ejemplo, los centros de innovación digital (ventanillas únicas para ayudar a las PYMEs a ser más competitivas utilizando las tecnologías digitales) o los laboratorios de bancos de pruebas (plataformas de experimentación para probar y utilizar nuevas tecnologías). Además, las PYMEs necesitan gestores con un doble perfil tecnológico y de gestión, capaces de entender el potencial de las nuevas tecnologías en un entorno incierto.

- Industria 4.0 cambia radicalmente los perfiles de trabajo y competencias. Los trabajadores tienen un **papel cambiante, de operadores a solucionadores de problemas.**

- La capacidad de automatización disminuye considerablemente en el nivel de educación y en los ingresos de los trabajadores: **las personas poco cualificadas y de bajos ingresos son las que corren el mayor riesgo de ser automatizables.**

- Los directivos están pasando de ser "gestores de personas" a "gestores de personas y máquinas". Dado que los CEOs operan en un mundo impulsado por la tecnología, las principales escuelas de negocios se centran en la intersección de **negocios, tecnología y diseño** para anticipar la interrupción digital en las empresas. En este sentido, la mayor amenaza para el empleo no es la automatización sino la **incapacidad de mantener la competitividad en el futuro.**

- Las empresas deben cuidar **la empleabilidad de los trabajadores en lugar de los puestos de trabajo**, y la formación, los nuevos métodos de aprendizaje y el aprendizaje y el desarrollo a lo largo de toda la vida son factores clave para alcanzar este objetivo y para mejorar la aceptación por parte de los trabajadores del cambio tecnológico en la empresa.

- Están surgiendo **diferentes formas de organización del trabajo** que afectan a las relaciones entre trabajadores y empleadores. En estas nuevas formas, la dimensión humana es más importante -la fabricación centrada en el ser humano- especialmente para los trabajos en los que el trabajo humano no puede ser sustituido. Estos modelos centrados en el trabajador afectan al diseño de los lugares de trabajo y a la asignación de la carga de trabajo, y se espera que aumenten la satisfacción de los trabajadores y hagan que el lugar de trabajo sea más saludable y seguro.

- Para hacer frente a los retos relacionados con el empleo, las PYMEs tienen algunas acciones posibles, como la realización de un **estudio de los conocimientos internos actuales y las necesidades futuras**, para revelar las diferencias entre las dos situaciones. Asimismo, las PYMEs deberían cubrir los puestos clave con personas en forma de T: Personas con conocimientos expertos que, al mismo tiempo, tienen habilidades personales para conectarse con otros campos del conocimiento. En cualquier caso, las PYMEs van a necesitar una estrecha vinculación con otros agentes del sistema de innovación para analizar las brechas, desarrollar los perfiles adecuados e incluirlos en la organización interna del trabajo. En este sentido, las universidades, las organizaciones de investigación y tecnología, los centros de formación profesional, los centros de innovación y los bancos de pruebas podrían ser buenos socios en los que se desarrollarían y ofrecerían aspectos de formación.

- La respuesta a los nuevos retos productivos requiere una **estrecha colaboración y una innovación abierta** entre las diferentes tecnologías y los diferentes sectores, así como entre los diferentes actores de toda la cadena de valor productiva integrada de forma activa y colaborativa.

- Para hacer frente a todos los retos relacionados con la colaboración, las PYMEs deben integrar **procesos de inteligencia de negocio** en su actividad, de forma que puedan incorporar ideas y nuevos conocimientos a la estrategia de la empresa. Asimismo, las PYMEs deben considerar a los actores de sus cadenas de valor (proveedores, clientes, competidores, etc.) como parte de su propio negocio, y no sólo como agentes aislados desvinculados del proceso interno de toma de decisiones.

- Algunas de las cuestiones legales más importantes para las empresas en la era digital son el **acceso a los datos, la responsabilidad, la propiedad de los datos y la nube.**

- Las PYMEs pueden anticiparse a los cambios y tendencias futuras utilizando un **sistema** eficaz **de vigilancia del mercado y la tecnología**. Si las PYMEs saben lo que va a ocurrir en un futuro próximo en el entorno normativo/fiscal/jurídico, estarán preparadas con los recursos adecuados para hacer frente a la nueva situación. Por otra parte, las PYMEs tienen la opción de agruparse en estructuras empresariales más grandes (asociaciones sectoriales, industriales o profesionales) para hacer oír su voz ante otras partes interesadas.

- El seguimiento continuo es una de las competencias centrales de una fábrica del futuro porque las empresas estarán en un proceso continuo de reposicionamiento estratégico con cambios estructurales y mejora continua. Las ofertas de productos y servicios están fuertemente basadas en datos y en la **recopilación, supervisión y análisis de procesos**, y abren la puerta a nuevos e innovadores conceptos como el mantenimiento predictivo para evitar problemas en la producción. En este sentido, las PYMEs deben tener un proceso formal de seguimiento con indicadores clave de desempeño vinculados a las actividades más estratégicas de la empresa, y perfectamente entretejidos con el resto de los procesos de la empresa.

6. Cooperación entre las instituciones de educación superior y empresas

Autor: Gianluca Ross

6.1. Introducción

El mayor reto para las PYMEs europeas del sector de la ingeniería es la denominada "industria inteligente", entendida como los componentes y sistemas inteligentes basados en las tecnologías de la información en todos los ámbitos de las cadenas de suministro, producción y distribución. Para estar bien preparados para estos desarrollos, la contribución de las IES, a través de sus conocimientos e investigaciones, representa un apoyo importante. Por otra parte, las PYMEs necesitan desarrollar los conocimientos, las capacidades y las competencias de su personal, pero también necesitan enfoques pedagógicos especiales adaptados a sus procesos de producción y a su vida empresarial. En este contexto, el modelo de cooperación entre las IES y las empresas es una de las herramientas más importantes que las PYMEs pueden utilizar para ser "inteligentes", aumentando su competitividad y mejorando su posición en el mercado.

Los objetivos de esta sección son:

- definir el modelo de cooperación entre las IES y las empresas
- explicar cómo la Comisión Europea fomenta y apoya el modelo de cooperación entre las IES y las empresas

para demostrar la razón por la que las IES y las PYMEs deben cooperar: En esta subsección se presentarán los papeles de las universidades y las empresas, así como las ventajas y desventajas de esta cooperación.
- presentar una propuesta de modelo de cooperación entre instituciones de educación superior y empresas adaptada al proyecto SMeART
- presentar las mejores prácticas de los modelos de cooperación entre las IES y las empresas en el ámbito de la industria inteligente a nivel europeo.

6.2. Definición del modelo de cooperación entre las IES y la empresa

La cooperación universidad-empresa consiste en todo tipo de interacciones directas e indirectas, personales y no personales, entre las Instituciones de Educación Superior (IES) y las empresas, en beneficio mutuo y recíproco, con el objetivo de intercambiar conocimientos en el marco de los procesos de innovación, así como en la transferencia de tecnología de la propiedad intelectual, las publicaciones, la investigación conjunta, la movilidad y la formación (The State of University-Business cooperation, agosto de 2011).

La clave para una cooperación exitosa entre las IES y las empresas es la comprensión y el aprecio mutuo de las metas y objetivos de una y otra, y pueden cooperar entre sí de la siguiente manera:

- Las empresas aprovechan los conocimientos técnicos desarrollados por el investigador académico mediante el desarrollo de innovaciones;
- Las universidades utilizan los conocimientos técnicos transferidos por las empresas con fines educativos y continúan la investigación.

La estrecha cooperación entre las IES y las PYMEs puede ayudar a las universidades a aumentar la capacidad de regeneración y renovación de la investigación, ayudar a las empresas a ganar y mantener la competitividad de la economía nacional, contribuir al desarrollo económico a diversos niveles (regional, nacional y europeo) y satisfacer la demanda del mercado laboral de proporcionar conocimientos y competencias más especificas.

Los factores que influyen en el modelo de Cooperación Universidad-Empresa son los siguientes:

- La **relación** entre universidad y empresa: Las IES y las empresas trabajan en una relación de cooperación y beneficio mutuo. En general, la existencia de confianza mutua para la Cooperación Universidad-Empresa es mayor en las grandes empresas (seguidas de las medianas y pequeñas empresas) que están más dispuestas a cooperar con las Instituciones de Educación Superior. Su cooperación a menudo ya es duradera, lo que genera confianza y compromiso entre las dos partes interesadas. La confianza y el compromiso mutuo son los factores que promueven en gran medida la cooperación con las universidades entre las empresas que ya tienen un alto grado de cooperación universidad-empresa.
- Los **pilares** de la cooperación universidad-empresa: estrategias, estructuras y enfoques, actividades, condiciones marco.
- Las **barreras, los factores impulsores** y los **factores situacionales** que afectan a la capacidad de las IES para llevar a cabo la cooperación:
    1. Los factores que facilitan la cooperación entre las empresas y las instituciones de educación superior son los siguientes:
        - Existencia de confianza y compromiso mutuos
        - Existencia de motivos compartidos
        - Relaciones previas con instituciones de educación superior
        - Interés de las IES en acceder a conocimientos prácticos

    - Cercana distancia geográfica de las IES
    - Acceso a las instalaciones de investigación y desarrollo de las IES
    - Recursos financieros para trabajar con instituciones de educación superior
    - Flexibilidad de las IES.
2. Las principales barreras a las que se enfrentan las empresas en cooperación con las instituciones de educación superior son las siguientes:
    - Burocracia dentro o fuera de la IES: La burocracia de la universidad es importante y a veces se necesita demasiado tiempo para cumplir con las formalidades requeridas que en algunos casos pueden retrasar o incluso detener la colaboración. La burocracia exige tiempo que el mercado laboral, que cambia rápidamente, no puede permitirse.
    - Perspectiva horaria diferente entre las IES y las empresas
    - Dificultad para encontrar a las personas adecuadas dentro de las IES.
    - Diferentes motivaciones y valores entre las IES y las empresas: diferentes métodos de comunicación y barreras lingüísticas entre los dos sectores.
    - Capacidad limitada de transferencia de conocimientos
    - Crisis financiera actual
3. Los factores situacionales que influyen en el alcance de la Cooperación Universidad-Empresa. Se trata de las edades, los géneros, los años en la IES, los años en la empresa, el tipo de IES, los sectores de las empresas y los países.

Hay 8 formas diferentes en las que las IES y las empresas pueden cooperar:

1. colaboración en investigación y desarrollo (I+D),
2. movilidad de los académicos,
3. movilidad de los estudiantes,
4. Comercialización de los resultados de I+D,
5. desarrollo e impartición del plan de estudios,
6. aprendizaje permanente,
7. espíritu empresarial,
8. gobernanza

El éxito de la cooperación de las IES en las relaciones sinérgicas con los gobiernos y las empresas se considera el motor ideal de las economías y sociedades basadas en el conocimiento. La cooperación Universidad-Empresa produce beneficios para todos los actores involucrados en el modelo:

- Para los estudiantes: mejorar la experiencia de aprendizaje, aumentar las habilidades y el desarrollo de los graduados, mejorar la empleabilidad de los futuros graduados.
- Para las IES: cumplir la misión de la IES; aumentar la reputación académica en los campos; mejorar la investigación.
- Para las empresas: mejorar el rendimiento del negocio.
- Para la sociedad: mejorar el empleo local, beneficiar a las industrias locales, mejorar la productividad regional; crear una amplia gama de beneficios sociales y recreativos.

Algunos de los resultados atribuidos al éxito de la cooperación universidad-empresa son la mejora de la formación y de las perspectivas de trabajo de los estudiantes, la investigación realizada en el seno de las IES y la transferencia de conocimientos e investigación a la comunidad. Además, hay resultados indirectos que incluyen el apoyo a la creación de una economía del conocimiento, el apoyo a las empresas locales, la creación de empleo, el estímulo del crecimiento económico y el aumento del nivel de vida.

6.3. Cómo apoya la Comisión Europea la cooperación empresarial en las IES

Durante los últimos 10 años ha habido una creciente aceptación en los Estados miembros de la nueva relevancia de las universidades para el desarrollo social y económico. Así lo reconoce la Estrategia de Crecimiento Europa 2020 y, en particular, las estrategias de desarrollo de "especializaciones inteligentes" en toda la Unión Europea en preparación de la próxima ronda de fondos estructurales, que da cada vez más importancia al papel de las universidades no sólo en términos de oferta (investigación y cualificaciones), sino también en el apoyo a la demanda a través de la creación de capacidad y el apoyo a la gobernanza de la innovación regional.

Sobre la base del estudio de la Dirección General de Educación y Cultura, en la última década ha habido una tendencia creciente a incluir a las universidades de manera más explícita en las estrategias regionales, y a que éstas adopten un papel más formal en la región, tal como se expresa en sus declaraciones de misión. Con algunas excepciones, la cooperación entre las IES y las empresas en Europa se encuentra todavía en las primeras fases de desarrollo. De hecho, la cooperación universidad-empresa europea está influenciada por varios factores, entre los que se incluyen la percepción de los beneficios derivados de la cooperación, así como las barreras e impulsores de la misma (Measuring the Impact of University-Business cooperation, 2014).

Como se destaca en la Agenda para la modernización de la educación superior, los obstáculos a la cooperación universidad-empresa podrían ser los siguientes:

- La educación superior en Europa no está dotando a un número suficiente de personas de las competencias adecuadas para la sociedad moderna. Son muy pocos los graduados que abandonan la enseñanza superior con competencias en campos en los que existe una gran demanda (como los profesionales de la ciencia, la tecnología y la ingeniería, los profesionales de las TIC, etc.) y son demasiados los que abandonan la enseñanza con competencias básicas deficientes y con competencias sociales limitadas y pertinentes para el trabajo (como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación, etc.).
- Las instituciones de educación superior no están contribuyendo lo suficiente a la innovación en los lugares en los que están ubicadas. Las universidades europeas van a la zaga de los competidores de los EE.UU. en la investigación internacional pionera. Pero con demasiada frecuencia también están desconectados de las empresas y los servicios públicos, lo que significa que sus actividades de enseñanza e investigación no se utilizan para beneficiar a las zonas circundantes.
- Los sistemas de educación superior no están organizados y financiados de manera que les permitan obtener los mejores resultados. Los sistemas de financiación y de calidad ofrecen pocos incentivos al personal y a los gestores institucionales para impartir una buena enseñanza, cooperar con las empresas en proyectos de innovación y establecer vínculos con la sociedad (An Agenda for the modernisation of Higher Education, 2017).

Siguiendo el plan estratégico Europa 2020, la agenda de Lisboa y la agenda de modernización de las universidades europeas, la Unión Europea ha reconocido la importancia del papel de las IES (a través de la educación, la investigación y la innovación) en la transferencia del conocimiento a la sociedad y su contribución vital a la competitividad económica de Europa. Se subraya la necesidad de una cooperación más estrecha entre las universidades y el mundo empresarial, ya que la UBC ha demostrado que ofrece una serie de ventajas y beneficios tanto para las IES como para los estudiantes, las empresas y la sociedad.

La Comisión Europea apoya los vínculos entre la enseñanza superior y las empresas a nivel europeo a través de una serie de iniciativas. Los vínculos más estrechos entre las empresas y el mundo académico pueden ser:

- fomentar la transferencia y el intercambio de conocimientos
- crear asociaciones y oportunidades a largo plazo.

6.4. Impulsar la innovación, el espíritu empresarial y la creatividad

(7º Foro Universidad-Empresa Europea, 2017)

La Comisión Europea fomenta la cooperación entre la universidad y la empresa a través de dos iniciativas importantes:

1. *KA2 Cooperación para la innovación y el intercambio de buenas prácticas* - ***Alianzas de conocimiento*** en el marco del programa Erasmus +. A través de la financiación reservada a este programa, las IES y las PYMEs tienen la oportunidad de cooperar entre sí para conseguirlo:

    - **Promover la innovación** en las IES y las PYMEs desarrollando e implementando nuevos métodos de aprendizaje y enseñanza (como nuevos planes de estudio multidisciplinarios, enseñanza y aprendizaje centrados en el alumno y basados en problemas reales); organizando programas y actividades de educación continua con las empresas y dentro de ellas; desarrollando soluciones para los problemas más complejos e innovando productos y procesos en los que participen todas las partes interesadas.
    - **Estimular el espíritu empresarial y las competencias empresariales** del profesorado y del personal de las IES: creación de planes de aprendizaje y aplicación de competencias transversales a través de programas de enseñanza superior elaborados en cooperación con empresas con el fin de reforzar la empleabilidad, la creatividad y los nuevos itinerarios profesionales; introducción de la educación en materia de espíritu empresarial en todas las disciplinas para proporcionar a los estudiantes, investigadores, personal y educadores los conocimientos, las competencias y la motivación necesarios para emprender actividades empresariales; creación de oportunidades mediante la aplicación práctica de las competencias empresariales, lo que puede implicar la comercialización de nuevos servicios, productos y prototipos, o ambas cosas a la vez.
    - **Estimular y facilitar el intercambio y el flujo de conocimientos** entre la universidad y la empresa a través de: actividades relacionadas con el ámbito de estudio en empresas plenamente integradas en los planes de estudios, reconocidas y acreditadas; puesta a prueba y ensayo de medidas innovadoras; intercambios de estudiantes, investigadores, personal docente y personal de empresas; participación del personal de las empresas en la enseñanza y la investigación.

Fuente: www.ec.europa.eu/programme/erasmus-plus DIFUNDE LA PALABRA-

2. ***HEInnovate*** es una herramienta de autoevaluación gratuita para todos los tipos de instituciones de educación superior, llevada a cabo y apoyada por la Comisión Europea, la DG Educación y Cultura y el Foro LEED de la OCDE, y compuesta por un panel de seis expertos independientes. La herramienta innovadora de las IES permite a las instituciones de educación superior evaluar su institución mediante una serie de declaraciones relacionadas con sus actividades empresariales, entre las que se incluyen el liderazgo, la dotación de personal y los vínculos con las empresas. Se dispone de un amplio material de formación y apoyo, incluidos estudios de casos prácticos, para apoyar los talleres y el desarrollo ulterior dentro de la institución.

Fuente https://heinnovate.eu/en

También se requiere una comprensión más completa de lo que contribuye al éxito de la cooperación universidad-empresa, que debe ser reconocida en otros proyectos financiados. Una revisión de los programas de financiación pondría de relieve la necesidad de que los proyectos se basen en las relaciones existentes entre la universidad y la empresa que ya han obtenido resultados probados.

6.5. ¿Por qué deberían cooperar la universidad y la empresa?

Durante la última década, las universidades han desempeñado un nuevo papel en la economía y la sociedad, debido a las relaciones con las empresas y los distintos actores a nivel local, regional y nacional. Las universidades evolucionaron de las funciones básicas de enseñanza e investigación a una tercera, la comercialización, donde la asociación con la industria es el elemento más importante.

Principalmente, las universidades están interesadas en aplicar la investigación fundamental en la práctica, y las empresas se interesan por la investigación aplicativa, buscando nuevos productos y servicios basados en descubrimientos científicos.

Se considera que la cooperación universidad-empresa es el motor de las sociedades y economías basadas en el conocimiento. Es especialmente necesario en el contexto europeo, amenazado por la creciente competencia mundial, con problemas económicos actuales y altos niveles de desempleo.

Los resultados atribuidos a una exitosa cooperación universidad-empresa incluyen:

- mejorar la competitividad de las empresas,
- aumentar la pertinencia y la capacidad de innovación de la investigación en las IES,
- la creación de empleo,
- estimular el crecimiento económico,
- aumentar el nivel de vida,
- reducción de los obstáculos al buen vivir.

La cooperación en materia de investigación (incluida la cooperación en I+D, el asesoramiento a las empresas y la movilidad del personal) es la principal actividad de cooperación entre la universidad y la empresa en la mayoría de las IES, así como en los sectores industriales. Sin embargo, las IES y las empresas también podrían cooperar en las siguientes áreas:

- **educación**: co-diseño del plan de estudios, entrega conjunta del plan de estudios, movilidad de los estudiantes, programas de educación dual, aprendizaje a lo largo de toda la vida
- **valorización**: comercialización de la I+D, espíritu empresarial académico, espíritu empresarial de los estudiantes
- **gestión**: gobernanza, recursos compartidos, apoyo universitario (Why should University and Business Cooperate?, 2013).

No obstante, se desconocen todas las formas de cooperación entre la universidad y la empresa y su interrelación, especialmente en lo que se refiere a la movilidad profesional y las actividades educativas (diseño e impartición de planes de estudio, aprendizaje permanente y programas de estudio), así como a la valorización y la cooperación en materia de gestión.

La falta de conocimiento de las formas en que las IES podrían cooperar con las empresas también se encuentra en el campo de la ingeniería inteligente. El Informe sobre las necesidades de aprendizaje y asesoramiento empresarial de las PYMEs europeas realizado en el marco del proyecto SMeART muestra que aproximadamente la mitad de las empresas entrevistadas no están en contacto con ninguna IES, especialmente microempresas y pequeñas empresas, y si estuvieran en contacto con IES, podrían utilizar principalmente los conocimientos proporcionados por la universidad, pero también la innovación y el asesoramiento. Una de las principales razones por las que las empresas son reacias a cooperar con las instituciones de educación superior es el fuerte enfoque teórico del sector de la investigación y su falta de orientación práctica. Los representantes de las empresas entrevistadas en el marco del proyecto SMeART informaron que las posibles áreas prácticas de apoyo que pueden ofrecer las IES y el sector de la investigación son las siguientes:

- Ensayos de material y producto y participación en grupos de estudio; análisis de la producción; medición.
- Innovación como el desarrollo de nuevas tecnologías, productos y servicios; Investigación y Desarrollo, proyectos financiados internacionalmente.

- Conocimientos: competencias en planificación de la producción, competencias informáticas, gestión, contabilidad, procesos de optimización, conocimientos tecnológicos, enfoques estadísticos, matemáticas, etc....
- Consultoría: asesoramiento sobre la oferta existente y apoyo práctico, análisis de soluciones concretas para convertirse en "smart"; apoyo a la implantación de la industria smart.
- Red: colaboración en Investigación y Desarrollo, desarrollo de proyectos apoyados con solicitudes de subvenciones, transferencia de know-how entre el mundo académico y profesional.
- Futuros empleados: Las instituciones de educación superior pueden formar a nuevos ingenieros de TI que estén interesados en trabajar en su empresa para convertirse en "inteligentes".

Estos datos demuestran que es necesario promover la concienciación y la importancia de una estrecha cooperación con las universidades para fomentar la transferencia de conocimientos, impulsar la innovación y mejorar la competitividad de las empresas convirtiéndose en una industria inteligente.

Para definir el modelo de cooperación que cumpla con los requisitos de las PYMEs, podría ser interesante describir el papel específico de las IES y las empresas en el modelo de cooperación, así como las ventajas y desventajas que se derivan de esta cooperación.

Los colaboradores académicos suelen iniciar su propia cooperación con las empresas a nivel regional o nacional. Sus mayores motivaciones para una cooperación son cooperar con las empresas para obtener resultados de investigación más que la promoción y la reputación en la universidad, y su cooperación se facilita mejor a través de la confianza y las relaciones mutuamente beneficiosas con las empresas. Los colaboradores académicos podrían haber trabajado en el mundo de los negocios durante un período de tiempo, aumentando su cooperación con cada año de experiencia que tengan con él. Trabajan en universidades más grandes, que probablemente son universidades de ciencias aplicadas o universidades técnicas, aunque las IES más antiguas tienden a centrarse en la investigación y las más jóvenes en la cooperación en educación. Estas IES también tienden a tener asociaciones más localizadas con empresas para estimular el crecimiento económico y el desarrollo regional.

Las principales ventajas que pueden obtener las IES de la cooperación son las siguientes:

- Investigación focalizada: Los profesores tienen la oportunidad de realizar nuevas investigaciones en diferentes campos, probando los resultados, nuevos métodos y tecnologías.

- Acceso al conocimiento de la industria: Los profesores tienen la oportunidad de aprender sobre las nuevas realidades del mercado.

- Elaboración de nuevos libros de texto y actualización de materiales de formación en función de los resultados de la investigación.

- Afrontar el reto de la "tercera misión de las universidades", la comercialización que incluye, en particular, la misión innovadora a través de contratos de consultoría y desarrollo de soluciones para la industria.

El modelo de cooperación entre universidad y empresa presenta también algunas amenazas para los socios académicos: la falta de personal especializado en departamentos de marketing u oficinas de transferencia tecnológica, la estructura burocrática y los altos costes administrativos.

Por otro lado, los colaboradores empresariales tienden a cooperar principalmente en la investigación, sin embargo, cooperan con sus socios académicos de más de una manera, lo que indica que tiende a ser una relación con el socio académico más que una transacción única. Su mayor motivación para la cooperación es apoyar sus esfuerzos de innovación, especialmente con una perspectiva a más largo plazo, que es apoyada por financiación externa. El colaborador empresarial percibe las diferencias culturales como la mayor barrera para la cooperación universidad-empresa, especialmente las diferentes motivaciones y la falta de experiencia empresarial en las IES, así como los diferentes horizontes temporales. A medida que las empresas envejecen, es más probable que cooperen con las IES en los niveles superiores, especialmente en la educación, y a medida que crecen, es más probable que aumenten la cooperación en áreas de cooperación a más largo plazo, como la educación y la gestión.

Desde el punto de vista empresarial, la investigación y el desarrollo reciben una gran atención y demuestran ser una inversión rentable a largo plazo y una importante contribución al aumento de la productividad.

En general, la cooperación con la universidad puede ser formal o informal. Este último es adecuado para el modelo de cooperación diseñado en el marco del Proyecto SMeART, ya que es específico para las pequeñas y medianas empresas, que están interesadas en un acceso rápido y flexible a la información económica y relevante y están abiertas a una asociación universitaria. Esta asociación se recomienda para la industria que busca soluciones para problemas que no pueden ser resueltos internamente con habilidades y competencias propias. La cooperación con las IES ofrece las siguientes ventajas:

- proceso de innovación
- reducción de etapas para convertirse en una "industria inteligente" en menos tiempo
- economías de escala: No hay necesidad de inversiones en infraestructura ni de personal con competencias y habilidades especiales, porque las empresas pueden sacar provecho de las de la universidad;
- impulso para cambiar la perspectiva del mercado y el desarrollo
- la obtención de proyectos de investigación financiados con fondos públicos.

Por otro lado, la cooperación entre la Universidad y las empresas presenta algunos riesgos:

- problemas relacionados con la burocracia interna, tanto de la universidad como de la empresa, que podrían influir negativamente en la gestión del proyecto común;
- problemas relacionados con el riesgo de que una parte utilice los resultados del proyecto para sus propios fines;
- protección de los conocimientos técnicos, los miembros del equipo pertenecen a la universidad y a la empresa y puede haber riesgo de piratería.

Es importante preparar un contrato para regular la cooperación entre la universidad y la empresa, aclarando las condiciones de la colaboración, la contribución y las responsabilidades de cada parte.

El modelo de Cooperación Universidad-Empresa se compone de las siguientes actividades que podrían llevarse a cabo en paralelo:

- Investigación
- Aprendizaje / Formación
- Consultoría.

El modelo de cooperación empresarial SMeART- IES-empresas es esencial para ayudar a las PYMEs a afrontar los retos de la Ingeniería Inteligente, no sólo a través de actividades de aprendizaje formal, sino también a través de modelos de cooperación y consultoría con las IES centrados en el aprendizaje en el lugar de trabajo, la movilidad transnacional de la formación, el intercambio y la creación de redes con otras PYMEs (Why should University and Business Cooperate?, 2013).

La cooperación podría formalizarse a través de las siguientes herramientas:

- Investigación por contrato: conocimiento unilateral transferido por la universidad a las empresas en relación con el know-how a desarrollar.
- Investigación de cooperación: orientada al intercambio de experiencias, información, know-how en general entre la universidad y las empresas.
- Contrato de obra y servicios: Si el acuerdo está vinculado al éxito, es un contrato de trabajo; si el acuerdo está vinculado a actividades, es un contrato de servicio.

6.6. El modelo de cooperación empresarial de SMeART HEI

El modelo de cooperación propuesto en el marco del proyecto SMeART es adecuado para las PYMEs del sector de la ingeniería. Puede estar compuesto por diferentes actividades:

6.6.1. Servicios de Consultoría e Ingeniería

Los expertos de las IES podrían ofrecer sus servicios especializados para ayudar a las PYME a afrontar los retos de convertirse en una industria inteligente a través de las competencias y los recursos humanos, el conocimiento de las nuevas tecnologías y su aplicación, las estrategias empresariales y de innovación.

Esta cooperación es un instrumento importante mediante el cual los expertos académicos pueden compartir su experiencia y conocimientos con las PYME de ingeniería. Los servicios de consultoría podrían ser:

Consultoría directa donde el experto académico transfiere sus conocimientos especializados a la PYME.

Intercambio de experiencias: El experto académico puede aplicar experiencias previas realizadas en empresas similares en el contexto de la PYME en la que da la consultoría.

Asesoramiento a medida de las necesidades de las PYMES: el experto de la IES ayuda a la empresa a identificar las carencias o problemas para convertirse en una "industria inteligente" y, en consecuencia, sugiere la mejor manera de resolver el problema.

6.6.2. Intercambios entre la Universidad y las PYME

A través de programas de intercambio y movilidad de proyectos universitarios en las empresas, los directivos de las PYMEs podrían transferirles habilidades adicionales y conocimientos específicos de las empresas, tales como competencias de gestión, empresariales y comunicativas.

La movilidad promueve la transferencia de conocimientos y desbloquea algunos de los activos intelectuales de la universidad en beneficio de la empresa de acogida. Además, las capacidades de los investigadores podrían crear oportunidades para futuras colaboraciones al romper las barreras entre la universidad y las empresas.

Las empresas pueden beneficiarse de la experiencia de investigadores con varias empresas del mismo sector que operan en un ámbito geográfico mucho más amplio que el de las PYMEs para aportarles una experiencia y unos conocimientos globales que les ayuden a abordar los problemas locales.

6.6.3. Entrenamiento 'En el trabajo'.

El modelo de formación "on the job" parece especialmente adaptado a las necesidades de las empresas que desean invertir continuamente en procesos de innovación. Se trata de una actividad formativa que se lleva a cabo directamente en el puesto de trabajo, centrada en la mejora de las competencias técnicas y transversales de directivos y empleados. Además de alinear las competencias técnicas con la tecnología disponible, esta actividad ayuda a los empleados a desarrollar una idea general de todos los procesos de producción de la empresa, de modo que puedan anticiparse a los problemas y/o saber dirigirse a cualquier persona que pueda ayudarles cuando surjan los problemas.

La formación les permitirá adquirir esta conciencia de manera práctica en lugar de una transferencia teórica de conocimientos.

La formación podría constar de las siguientes actividades:

- Tutoría: transferencia de conocimientos a través de actividades de laboratorio realizadas por investigadores universitarios en apoyo a los gestores de los diferentes procesos.

- Mentorización: actividad formativa llevada a cabo por los gestores del proceso, ya formados por expertos universitarios, con el fin de transferir la información aprendida a los "jóvenes" trabajadores a través del apoyo en el lugar de trabajo.

Los investigadores de las universidades colaborarán estrechamente con el gestor/propietario de la PYME para comprender los procesos de negocio y, en consecuencia, proponer los instrumentos para la obtención de los mismos productos con métodos innovadores de automatización, optimización, control y medición.

A nivel de empresa, se están integrando o enriqueciendo las formaciones corporativas personalizadas para garantizar que cada empleado pueda adquirir las competencias específicas necesarias para aumentar su productividad. En cuanto a los procesos de selección, las nuevas plataformas digitales permiten a las empresas mejorar la evaluación de las competencias de los candidatos con el fin de seleccionar, atraer y contratar mejor a los talentos necesarios en cada etapa de su cadena de valor.

Una herramienta interesante que las empresas podrían utilizar es la plataforma, creando una Red de Mejores Prácticas: Para poder beneficiarse de los cambios que se avecinan, las empresas manufactureras tendrán que replantearse los paradigmas empresariales históricos. **La red de Smart Industry Forum** es una poderosa comunidad para compartir experiencias y aprender de los ejemplos de mejores prácticas. A través de esta red, el Smart Industry Forum tiene la pasión de promover los estándares abiertos emergentes y compartir experiencias de su implementación práctica en toda la industria manufacturera.

6.7. Buenas prácticas de los modelos de cooperación entre IES y empresas a nivel europeo

Muchas universidades y centros de investigación públicos y privados ya están activos en el campo de la industria inteligente y aumentan la cantidad de proyectos de colaboración con las empresas. En toda Europa, existe un creciente apetito y entusiasmo por las colaboraciones, ya que los proyectos han demostrado generar una valiosa propiedad intelectual que apoya la innovación de todos los socios industriales.

En toda Europa, los académicos/universidades y las industrias (especialmente las industrias inteligentes) están empezando a establecer una especie de "interacción positiva", apoyando las mejoras en la fabricación a través de innovaciones en digitalización y automatización. El resultado es el desarrollo de productos, una mayor flexibilidad, una mejor calidad, costes reducidos, beneficios medioambientales y energéticos, todo lo cual es relevante para ser competitivos en el mercado.

A continuación, se presentan algunos proyectos de cooperaciones industria-universidad experimentados en el sector de la Industria Inteligente a nivel europeo:

1. En la Universidad Tecnológica de Chalmers (Suecia) ha inaugurado recientemente el Stena Industry Innovation Laboratory (SII-Lab), un laboratorio de pruebas para la digitalización y los futuros trabajos en la industria. La universidad trabaja en estrecha colaboración con la industria sueca para abrir grandes oportunidades de investigación, innovación y educación. Una pieza importante del rompecabezas es que Chalmers siga siendo un entorno líder a nivel internacional en el área de producción. Ahora podemos contribuir aún más para aumentar la velocidad de la digitalización de la industria sueca. Con la ayuda de fondos de la Fundación Stena, una antigua biblioteca de la Universidad Tecnológica de Chalmers, Suecia, se ha transformado en un laboratorio polifacético: el Laboratorio de Innovación Industrial de Stena. Dentro hay mucho de lo que se requiere para las nuevas prácticas industriales, o lo que comúnmente se llama 'Industria 4.0'. En la producción industrial inteligente, las tecnologías y las herramientas se adaptan al empleado. Los constructores, operadores y desarrolladores de producción pueden utilizar su creatividad y realizar mejor su trabajo con el uso de herramientas digitales. Para la industria, el laboratorio de pruebas es muy esperado.
2. Universidad de Nottingham (Reino Unido): Anima a los estudiantes a emprender un año en la industria como parte de su curso de pregrado para ayudarles a adquirir habilidades vitales de empleabilidad y a crear

asociaciones con empresas para realizar prácticas de un año de duración, así como prácticas de verano. El equipo de colocación trabaja con una amplia gama de empresas, desde grandes corporaciones hasta PYMEs, para ayudar a los empleadores a encontrar el estudiante adecuado para sus necesidades empresariales. Tiene fuertes vínculos con una variedad de empresas, desde grandes corporaciones hasta pequeñas y medianas empresas (PYMEs). En la nueva era industrial, las fábricas inteligentes ofrecerán bienes y servicios altamente personalizados. Esto exige enfoques profundamente nuevos sobre cómo se crean, fabrican y utilizan los productos, a la vez que se redefinen las relaciones con las tecnologías y entre ellas. La visión de la universidad es establecer un programa de descubrimiento fundamental y transformador de gran alcance y ofrecer respuestas con una velocidad y agilidad que se ajusten al ritmo sin precedentes de cambio en el mundo digital. Al reunir la experiencia de la informática, el diseño creativo y las tecnologías industriales, así como las ciencias sociales, los descubrimientos académicos enriquecerán las experiencias personales, construirán sociedades mejor conectadas y ofrecerán oportunidades de negocio interesantes en una economía británica rica en competencias. La universidad está comprometida con el descubrimiento fundamental y su aplicación en sectores clave del Reino Unido, como la industria aeroespacial, automotriz, de consumo y creativa. La Universidad de Nottingham representa una de las mejores prácticas en el campo de la industria inteligente:

- Productos inteligentes e interactivos: Nuevos enfoques para la interactividad y el diseño personalizan, producen en masa y ofrecen una experiencia única para el usuario.
- Procesos de producción inteligentes: Los datos, las personas y los sistemas interactúan a la perfección: en lugar de máquinas pasivas programadas, la fabricación será verdaderamente dinámica.
- Una infraestructura industrial conectada: Al ofrecer modelos para el mercado digital que abarquen todo el ciclo de vida del sistema, la universidad convertiría a la industria del Reino Unido en líder mundial en este nuevo panorama industrial y de consumo.
- Un marco ético: Las preguntas complejas surgen de una mayor interactividad y de experiencias de usuario más enriquecedoras.

Más información disponible en https://www.nottingham.ac.uk/engineering/industrial-placements/for-business/index.aspx

3. Iniciativas nacionales sobre la digitalización de la industria europea en los PAÍSES BAJOS: Las asociaciones público-privadas son cooperaciones en las que grandes industrias/PYME, escuelas/academia locales e institutos de investigación y tecnológicos, así como representantes de los gobiernos locales/regionales/nacionales, trabajan juntos para lograr ambiciones definidas conjuntamente. Existen en todo tipo de formas diferentes. El programa de acción Smart Industry a nivel nacional y los laboratorios de campo a nivel regional/local/urbano son ejemplos de ello. Muchas de ellas se establecen de abajo hacia arriba cuando varias partes se enfrentan a un desafío conjunto. Al organizar una estructura de triple hélice se espera acelerar el desarrollo de los ecosistemas (regionales). Los laboratorios de campo (entornos prácticos en los que las empresas y las instituciones del conocimiento desarrollan, prueban e implementan soluciones de la industria inteligente de forma selectiva) se establecieron cuando la UE, en el debate sobre la TFE (tecnologías clave de habilitación), identificó la falta de medios para atravesar el valle de la muerte y llevar la investigación a los mercados con el fin de innovar. Como resultado, las líneas piloto se definieron como entornos en los que las actividades se llevaban a cabo a nivel de TRL (Technology Readiness Level) 4-7/8. La cooperación anterior con la financiación mediante subvenciones se limitaba a la investigación precompetitiva (TRL 1-3/4). En los Países Bajos, dos líneas piloto pasaron a denominarse “field lab – laboratorio de campo” como actividades de innovación en entornos industriales, pero aún no comerciales. Inicialmente, los laboratorios de campo se centraban en proyectos de investigación sobre innovación, pero ahora también tienden a incluir formación (profesional y tecnológica) para estudiantes y empleados que utilizan también las tecnologías más recientes. Centros de Innovación Digital: En general, un laboratorio de campo se centra en una sola tecnología, pero actualmente vemos agrupaciones regionales como las empresas y sus empleados, pero también las escuelas y los estudiantes tienen acceso a ellas muy cerca. Como resultado de esta evolución, es previsible la creación de un número limitado de centros de innovación digital en los Países Bajos, como un conjunto de laboratorios de campo en una región determinada donde

juntos forman un centro de innovación digital en torno a varios temas tecnológicos (3D/AM, robótica, acoplamiento de la cadena de suministro, producción de materiales compuestos, mantenimiento preventivo...).

4. **Universidad de Groningen** (HOLANDA): Los programas de ingeniería de la Universidad de Groningen forman a futuros expertos capaces de aportar conocimientos científicos y habilidades en el diseño de productos, procesos y tecnologías. La Universidad ofrece su experiencia en varias áreas:
    - Energía
    - Electrónica de materiales
    - Ingeniería mecánica
    - Recubrimientos en forma de diamante
    - Materiales de base biológica
    - Sistemas Complejos
    - Instrumentación avanzada y grandes datos
    - Ingeniería química, celular y farmacéutica

    Existen varios ejemplos de proyectos exitosos desarrollados en el área de la industria inteligente por investigadores de ingeniería de la Universidad de Groningen y socios públicos y privados. En este caso en particular, la Hoja de Ruta de la Industria Inteligente, 25 empresas (grandes y pequeñas) e institutos de conocimiento llevan a cabo investigaciones conjuntas.

    Más información disponible en https://www.hollandhightech.nl/nationaal/innovatie/roadmaps/smart-industry

5. **La Universidad de Twente** (PAÍSES BAJOS/Enschede) recibirá medio millón de euros del EFRO (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) para cofinanciar 18 programas PDEng en el ámbito de la industria inteligente. Esto permitirá a las PYMEs colaborar con la universidad a un coste muy reducido. La Fundación de Tecnología STW también ha puesto recientemente a disposición 1 millón de euros para cuatro proyectos de industria inteligente en los que participa la Universidad de Twente. Un programa de Doctorado Profesional en Ingeniería (PDEng) implica un posgrado de dos años en la Universidad de Twente, con un fuerte enfoque en la colaboración con la industria. Los programas aportan un valor añadido considerable a la industria, ya que existe una fuerte demanda de profesionales que puedan trabajar de forma independiente en el diseño de temas multidisciplinares. Esta subvención de EFRO permitirá estrechar los vínculos entre las PYMEs del este de los Países Bajos y la Universidad de Twente. El Cluster PDEng para la Industria Inteligente en el este de los Países Bajos vincula el sector manufacturero con la universidad con el fin de fomentar el talento y desarrollar soluciones específicas para los temas de la Industria Inteligente (enero de 2017).

    Puede obtenerse más información en https://www.utwente.nl/en/news/!/2017/1/153390/ut-successful-in-smart-industry-research

6. **Universidad Pontificia Comillas** (ESPAÑA/Madrid): el Máster en Industria Inteligente es un título específico de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI. Se concibe como la respuesta de la Universidad Pontificia de Comillas a la Cuarta Revolución Industrial. La transformación digital de la industria representa tanto retos como oportunidades para los ingenieros. Las empresas necesitan profesionales con una perspectiva global de la industria inteligente y conectada, que combinen el dominio de tecnologías habilitadoras y un profundo conocimiento de las claves para su aplicación al negocio. Además, es muy importante tener en cuenta el impacto social asociado a este cambio industrial. Este máster ha sido diseñado con el objetivo de formar a los profesionales que liderarán la revolución industrial que hoy vivimos.

    El programa ha sido concebido en estrecha colaboración con 10 empresas patrocinadoras de la Cátedra Smart Industry, lo que garantiza el enfoque práctico que necesitan las empresas, así como el rigor académico de un programa de máster. Uno de los aspectos más destacados del programa es la oferta de prácticas en empresas industriales o tecnológicas en España o en el extranjero, que permitirán a los estudiantes trabajar en proyectos reales.

Más información disponible en http://www.icai.comillas.edu/en/master/mic-en

7. **El Gobierno de la Ciudad de Tartu** (**ESTONIA)**, junto con la **Agencia de Desarrollo del Condado de Tartu** y **ADAPTER**, una red de universidades estonias, organizaciones de investigación y desarrollo, organizaron un taller de aprendizaje sobre el ejemplo de la industria del embalaje dentro del proyecto INNO INFRA SHARE en Tartu el 3 de mayo para casi 80 personas. Uno de los resultados más relevantes fue la necesidad de convertir la mentalidad del "investigador" en una mentalidad emprendedora y de trabajar conjuntamente con las empresas: La investigación sostenible consiste en diseñar productos/servicios para satisfacer las necesidades de las empresas, respetar su tiempo de lanzamiento al mercado y crear entornos de red heterogéneos y de confianza. La primera parte del taller se centró más en el lado de la universidad y de los institutos de investigación y en cómo podrían ayudar a las necesidades actuales y futuras de la industria. Representantes de la Asociación de la Industria Gráfica de Estonia, la Universidad de Tartu (el mayor propietario de la infraestructura de Tartu), la Universidad de Ciencias de la Vida de Estonia, el Centro de Desarrollo de Tecnología de Alimentos y Fermentación y la Universidad de Ciencias Aplicadas de Tallinn presentaron su potencial y posibilidades de cooperación. La segunda parte del taller se centró más en la industria y discutió las necesidades y experiencias de la industria en la cooperación con universidades e institutos de investigación y otras partes interesadas. Los representantes de la industria del embalaje (Estiko Plastar) y las empresas que utilizan embalajes (Lumi, Dragonfly Desk Lamps) presentaron sus casos. Se han planteado varias cuestiones, desde la idea hasta el primer contacto con las universidades y sus interacciones con las PYMEs/empresas con una mentalidad "emprendedora" y ágil. La confianza, la cooperación y la fiabilidad son los pilares fundamentales de estas interacciones y requieren tiempo y esfuerzo. Como el taller despertó tanto interés, está previsto celebrar un taller de seguimiento en octubre de este año.

   Puede obtenerse más información en https://www.interregeurope.eu/innoinfrashare/good-practices/ DIFUNDE LA PALABRA-

8. **Tallinn University of Technology - TTÜ (ESTONIA),** la única universidad tecnológica de Estonia, es el buque insignia de la enseñanza estonia de la ingeniería y la tecnología. Aquí se crea la sinergia entre los diferentes campos (tecnológico, natural, exacto, ciencias sociales y de la salud) y nacen nuevas ideas. TTÜ firma casi todos los días diferentes acuerdos de cooperación con empresas estonias y extranjeras y agencias gubernamentales. Para desarrollar soluciones innovadoras, financiar la creación de prototipos y apoyar la comercialización, TTÜ creó NBO Prototron con SA Tallinna Teaduspark Tehnopol y Swedbank AS.

   Un interesante modelo de cooperación entre empresas y universidades está representado por MEKTORI (Modern Estonian Knowledge Transfer Organisation for You), un entorno de red en el que empresas, estudiantes, profesores, escolares e inversores de todo el mundo se reúnen para generar nuevas ideas e innovaciones en equipo. Los objetivos de MEKTORY son:

   Transferencia de tecnología: reunir a científicos, estudiantes y empresarios; resolver problemas prácticos de desarrollo de productos y generar nuevas ideas inteligentes.

   - Laboratorios, parte práctica de los estudios: para maximizar los estudios teóricos en la universidad a través de la práctica, para preparar ingenieros mejor formados con experiencia en la cooperación con empresas.
   - Animar a los estudiantes de empresas de nueva creación a seguir adelante.
   - Escuela de Tecnología: para dirigirnos a las generaciones venideras y demostrar que la ingeniería es emocionante, factible y práctica.

Más información en: https://www.ttu.ee/mektory-eng

Los siguientes modelos de cooperación entre la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Perugia y varias empresas italianas en el campo de la Industria Inteligente son implementados:

- **Universidad de Perugia - Rosati Fratelli-Guido** es una pequeña empresa de Leini, cerca de Turín, en Italia, que fabrica ventiladores de plástico para la automoción y otras aplicaciones. Se inicia una colaboración con la Universidad de Perugia a partir de una reunión entre Ing. Guido Rosati con algunos profesores de la Facultad de Ingeniería en un stand de la Universidad de Perugia en una feria del sector de automoción en Módena, en 2005, y sigue en pie.
  Rosati encontró en ese primer encuentro con los investigadores de Perugia competencias útiles en términos de nuevas técnicas de medición que considera útiles para mejorar sus productos. Numerosos proyectos de investigación, fundados en parte por el Ministerio de Investigación italiano, se han llevado a cabo desde 2005 para realizar nuevos diseños de palas de ventiladores, prototipos, componentes para mejorar las prestaciones, las vibraciones y la vida útil de las palas de los ventiladores.
- **Universidad de Perugia - Martech** es una pequeña empresa de Jesi (Ancona) que fabrica bancos de pruebas para pruebas de componentes mecánicos y control de calidad basados en el análisis de imágenes. La reunión de los ingenieros y directores generales de Martech fue motivada por Meccano Spa, un consorcio de empresas y universidades, en el que también participó la Universidad de Perugia, que ganó un proyecto de investigación presentado a la Región de Marche para fundar el desarrollo de nuevas máquinas automáticas de control de calidad. El equipo de investigación de la Universidad de Perugia fue invitado gracias a sus habilidades de análisis de imagen. La investigación realizada en el periodo 2016-2017 consiste en el desarrollo de software de registro de imágenes, iluminación y procesamiento de datos para la nueva máquina automática de control de calidad desarrollada por Martech.
- **Universidad de Perugia - Schnell** es una empresa mediana (240 empleados) que fabrica máquinas de construcción. Se encuentra en Calcinelli di Saltara, Pesaro, Italia. Los contactos con el grupo de investigación de técnicas de medición iniciaron en 2014 de un antiguo conocimiento del ingeniero jefe de investigación de Schnell con un profesor de la Universidad de Perugia. Eran estudiantes juntos en cursos de ingeniería mecánica. Las necesidades de la empresa en 2014 eran nuevos sensores para medir y controlar el rigor de la barra de acero que su máquina produce para el armado de hormigón
  Todos los tipos de sensores disponibles en el mercado muestran problemas para ser utilizados en estas máquinas debido al entorno muy hostil, una gran cantidad de polvo hace imposible el uso de técnicas de medición óptica y las limitaciones mecánicas y los requisitos de posicionamiento hacen imposible el uso de otros sensores de proximidad convencionales. Después de un par de años de actividad investigadora se inventó y patentó un nuevo sensor para esta aplicación, basado en los principios de medición magnetorresistiva, utilizado anteriormente por el grupo de investigación Perugia para la monitorización de las palas de los motores de los aviones, pero desarrollado a propósito para ser una sonda bidimensional de proximidad sin contacto, actualmente en producción dentro de la empresa y en integración de la nueva serie de máquinas.
- **Universidad de Perugia - Korg Italy** es una pequeña empresa de Castelfidardo (Ancona) que produce teclados vendidos en todo el mundo y conocidos por los músicos. La cooperación con el grupo de investigación de la Universidad de Perugia comenzó en 2013. Técnicos de Korg contactaron a los investigadores de la Universidad para realizar pruebas de vibración de teclados, necesarias para certificar su capacidad de sobrevivir bien en su sistema de empaque para el transporte en camiones, aviones, contenedores, etc. Un estándar específico tiene que ser aplicado para las pruebas en una instalación de pruebas en los laboratorios de Perugia, pero el análisis de vibraciones y la experiencia en la resolución de problemas de los investigadores fue muy importante y apreciada por los técnicos de Korg, con el fin no sólo de probar el sistema de envasado, sino también de resolver de antemano los problemas que podrían llevar a un fracaso de la prueba, realizada de acuerdo con los estándares típicos.

Referencias:

Comisión Europea, 7º Foro Europeo Universidad-Empresa - Cooperación Universidad-Empresa - para la Innovación y la Modernización (2017)

International Journal of Economic Practices and Theories, Vol.3, No.1, 2013

Comisión Europea, Estado de la cooperación universidad-empresa, agosto de 2011

Centro de Investigación de Marketing de Ciencia a Empresa, 30 casos de Buenas Prácticas en Cooperación Universidad-Empresa.

Comisión Europea, An agenda for the modernization of higher education, 28/02/2017.

Comisión Europea, Measuring the impact of university-business cooperation - Final Report, 2014

7. Consultoría y Coaching

Autor: Simona Rataj

"El objetivo del coaching es el objetivo de una buena gestión: aprovechar al máximo los valiosos recursos de una organización" (Harvard Business Review).

Un gerente de una PYME, sobrecargado por sus muchas responsabilidades y obligaciones, se preguntará a sí mismo: "¿Por qué necesito asesoramiento o coaching?" O "¿Por qué debería utilizar la consultoría o el coaching?

La respuesta está en la globalización acelerada y en la realidad de la digitalización de la economía, que plantea retos que requieren cambios de modelo de negocio más rápidos y una adaptación flexible al entorno empresarial. A menudo, las decisiones empresariales deben tomarse muy rápidamente; el tiempo juega un papel importante en el éxito. Por lo tanto, es crucial que un gerente, como líder, vea el panorama completo, sea capaz de pensar rápidamente y tomar las decisiones correctas.

Por lo tanto, es necesario introducir cambios en la educación y el comportamiento de los empresarios, que les permitan responder a las nuevas necesidades y expectativas empresariales de manera más eficaz y profesional. La adopción de nuevos conocimientos, habilidades y competencias de gestión es una condición previa importante y uno de los factores clave para el éxito de los emprendimientos empresariales, así como para el desarrollo y el crecimiento sostenible de las PYME.

Una de las formas en que los empresarios, al mismo tiempo que realizan actividades empresariales continuas, mejoran sus operaciones y adquieren los conocimientos y habilidades adicionales necesarios es el uso de servicios de consultoría de gestión y/o coaching.

El objetivo principal de las actividades de coaching y consultoría, que se llevarán a cabo durante la vida útil del proyecto SMEART, es preparar y apoyar a las empresas interesadas en su transformación hacia empresas inteligentes (en términos de Industria 4.0).

7.1. Introducción

La innovación prospera en una variedad de desarrollos políticos, económicos y sociales. Estos cambios requieren una gestión eficaz y oportuna de la empresa que permita en un entorno cambiante el logro de los principales objetivos a largo plazo - para aumentar los beneficios y el valor del sistema de negocio.

El crecimiento de la industria de la consultoría y el coaching muestra efectos positivos en todos los ámbitos de la actividad empresarial, aunque todavía persiste cierto escepticismo hacia ellos, especialmente en las pequeñas y medianas empresas.

Los empresarios generalmente carecen de conocimientos suficientes sobre coaching / consultoría de gestión, no están al tanto de los estándares y procesos en la prestación de servicios de coaching / consultoría, que es una de las muchas causas de renuencia en la compra y uso de servicios de consultoría. En este capítulo presentaremos el proceso de coaching / consultoría e introduciremos al gerente en cómo prepararse para lograr el resultado más eficiente.

En la mayoría de los casos, las PYMEs están formadas por expertos de una industria determinada, que posee un conocimiento perfecto de su profesión en el contexto de la competencia técnica, pero que carecen de conocimientos y experiencia en materia de gestión. De esta manera, ponen en aprietos a su empresa porque toda la atención se

centra en los conocimientos y habilidades técnicas estrictamente profesionales y se descuidan las habilidades de gestión.

La falta de experiencia en planificación, la falta de tiempo de los empresarios para dedicarse más seriamente a la planificación a largo plazo, son dos de las principales razones del estancamiento y declive de las pequeñas empresas.

En varios estudios se destaca que la asistencia de consultores es esencial para el éxito de las pequeñas y medianas empresas (Deakins, 2000).

Una de las formas en que los empresarios, al mismo tiempo que llevan a cabo actividades empresariales continuas, mejoran sus operaciones y adquieren los conocimientos y habilidades adicionales necesarios es el uso de los servicios de coaching / consultoría de gestión. En las economías modernas, el coaching / consultoría ha demostrado ser una buena forma de asistencia a los empresarios y propietarios de pequeñas empresas a la hora de resolver problemas empresariales para los que carecen de experiencia, conocimientos y experiencia.

Trabajando con entrenadores/consultores, los empresarios/administradores se educan a sí mismos y construyen o mejoran sus habilidades gerenciales. En la práctica, el coaching / consultoría ayuda a los gerentes emergentes y maduros, profesionales y dinámicos que gestionan con éxito el cambio y que conocen las actividades y procesos de gestión específicos. Las características del coaching / consultoría para pequeñas y medianas empresas surgen de la naturaleza individual de estas empresas; los problemas individuales se encuentran en el proceso de crecimiento y desarrollo, así como en el proceso de transformación, para el cual no se pueden aplicar soluciones rutinarias (Dukić, Milivojević, 2011).

El objetivo principal de este capítulo es describir el enfoque hacia la consultoría versus coaching, presentar los "Does and Dont's" del proceso de consultoría, y una lista de verificación para la ejecución de la consultoría / coaching. El lector, podrá:

- entender los objetivos y los beneficios del coaching y la consultoría (C&C), qué esperar de C&C, cuáles son las diferencias
- entender el proceso de coaching y consultoría en el proyecto SMEART
- entender cómo establecer un plan de coaching y consultoría para una empresa
- identificar y comprender las razones del proceso de seguimiento y evaluación del coaching y la consultoría
- entender cómo preparar a la empresa para una implementación de coaching y consultoría durante la fase piloto para el máximo beneficio.

7.2. Los principales beneficios de SMeART Coaching y Consultoría

Un experto externo puede ofrecer a las PYME información sobre nuevas oportunidades de negocio que surjan de la industria inteligente. Podrá realizar un análisis interno preciso del nivel de preparación de una empresa para una industria inteligente y proponer acciones concretas de consultoría, formación y/o coaching que permitan a la empresa responder de forma individual a sus retos en el mercado inteligente. Las PYMEs tendrán la oportunidad de reforzar su posición en los mercados mundiales.

7.2.1. Los principales beneficios del coaching y la consultoría para una PYME

Las PYMEs beneficiarias, a través de la colaboración con entrenadores y consultores, podrán prepararse mejor para los requisitos de la industria de la ingeniería inteligente. A largo plazo, esto contribuirá a fortalecer su posición en los mercados globales. Se prestará especial atención a los siguientes temas, importantes para las PYMEs:

- análisis interno preciso del nivel de preparación de una empresa para una industria inteligente;
- la interacción de las PYMEs con las instituciones de enseñanza superior (IES) en un proceso abierto con el fin de adquirir nuevos conocimientos para la empresa;
- El uso gratuito de la herramienta de prueba de esfuerzo SMeART para las PYME de ingeniería les permitirá responder a los retos de la industria inteligente de acuerdo con las demandas reales y los recursos disponibles;
- identificación de nuevas oportunidades de negocio, a partir del desarrollo de la industria inteligente;
- acciones concretas de consultoría, formación y/o coaching que permitan a la empresa responder a los retos de un mercado inteligente;
- fortaleciendo la posición de la empresa en sus principales mercados.

7.2.2. Los beneficios potenciales para las instituciones de educación superior

Las instituciones de enseñanza superior, que proporcionan instructores y consultores, podrán transferir parte de los conocimientos y la experiencia necesarios a las PYMEs beneficiarias. También podrán:

- realizar la "herramienta de prueba de estrés de la industria Smeart" junto con las PYMEs beneficiarias;
- preparar un plan de coaching / consultoría a medida (incluyendo un innovador programa de aprendizaje abierto)
- co-desarrollar y probar un piloto de un año de duración. El modelo de colaboración IES-empresa, la herramienta de prueba de estrés y el programa de formación estarán a disposición de las IES para un mejor apoyo a la economía regional, nacional y europea; los resultados, conocimientos y experiencias obtenidos en relación con el proyecto estarán disponibles para su transferencia a los propios planes de estudio y programas de formación y, de este modo, garantizar la transferencia a la siguiente generación de personal académico y de PYME.
- confirmar y actualizar los resultados de la encuesta SMeART: cuál es el estado actual de la técnica en todos los Estados miembros de la UE en relación con las iniciativas y políticas de la industria inteligente; cuáles son las necesidades, marcos y demandas expresadas por las PYMEs al considerar los servicios de cooperación empresarial de las IES en materia de ingeniería inteligente.

7.3. ¿Cuál elegir: un entrenador o un consultor? ¿Hay alguna diferencia?

La atención principal de **un consultor** es ayudar a un individuo a lograr resultados personales u organizacionales a través de la aplicación de su experiencia específica, donde asesora al cliente sobre el mejor curso de acción para lograr los objetivos deseados. Los consultores también pueden o no estar encargados de transferir conocimientos o un conjunto de habilidades a sus clientes. El consultor trabaja con los clientes en estrategia, planificación y resolución de problemas, y ayuda a los clientes a desarrollar habilidades y conocimientos empresariales. Estos temas van desde el diseño de un modelo de negocio o plan de marketing, hasta la determinación de qué técnicas de marketing utilizar y cómo utilizarlas. Un consultor de negocios da consejos, enseña habilidades y hace una lluvia de ideas con el cliente para producir resultados prácticos y mejorar el pensamiento estratégico.

Un entrenador de negocios ayuda a los clientes a crear éxito centrándose en el desarrollo personal: gestión del tiempo, comportamiento de auto-sabotaje (como la dilación y la distracción), encontrar claridad, tomar decisiones y entrar en acción. Cuando alguien se pone uel sombrero de entrenador, no da consejos. En cambio, ayuda al cliente a encontrar las respuestas desde dentro de sí mismo. El coaching implica trabajar con personas que normalmente, pero no siempre, ya tienen algún grado de éxito, pero que están "atascadas" y quieren seguir adelante y no saben

cómo hacerlo. Existe, en el lenguaje del entrenador, una "brecha" entre dónde están ahora y dónde quieren estar, y esto puede implicar su carrera profesional o su vida personal, o ambas cosas. Esto también puede ser a una escala corporativa más grande o a un nivel individual pequeño.

La atención principal del **Coach** está en fortalecer la sabiduría del cliente, los procesos de pensamiento y la acción dirigida hacia el futuro, basada en la agenda auto-identificada del cliente. Se crea un ambiente de apoyo y sin prejuicios en el cual se investiga, desafía y estimula el pensamiento crítico y nuevas formas de ser, pensar y actuar, lo que a menudo resulta en nuevos comportamientos aplicables a toda la vida del cliente (US Dpt. of Agriculture University, 2016).

El coaching es un proceso co-creativo. Los entrenadores ayudan a los clientes a alcanzar sus metas y sueños de vida y a descubrir y cumplir su propósito en la vida en un proceso que involucra al cliente al 100%. Por lo tanto, independientemente de si se trata de una cuestión profesional o personal, un coach te ayudará a averiguar qué es lo que realmente quieres de la vida y te "entrenará" para conseguirlo. Los entrenadores no juzgan y no ofrecen terapia ni le dicen a la persona lo que debe hacer a continuación. Una persona contrata a un entrenador para que le ayude a diseñar la vida que desea. Si una persona quiere más de lo mismo, entonces contrata a un consultor. Los entrenadores también ayudan a los profesionales que han olvidado cómo "tener una vida" y ya no tienen un equilibrio entre trabajo y vida privada. Con el aumento de la reducción de la empresa y las presiones añadidas aplicadas a muchos ejecutivos de carrera, cada vez más personas estresadas contratan entrenadores para ayudarles a iniciar una nueva carrera o iniciar su propio negocio, o simplemente hacer frente a lo que están haciendo en la actualidad con más facilidad y alegría.

	Consultor	**Entrenador**
El objetivo	La atención principal de un Consultor está en ayudar a un individuo a lograr resultados personales u organizacionales a través de la aplicación de su experiencia específica, donde ellos aconsejan al cliente sobre el mejor curso de acción para lograr las metas deseadas. Los consultores también pueden o no estar encargados de transferir conocimientos o un conjunto de habilidades a sus clientes.	La atención principal del Coach está en fortalecer la sabiduría del cliente, los procesos de pensamiento y la acción dirigida hacia el futuro, basada en la agenda auto-identificada del cliente. Se crea un ambiente de apoyo y sin prejuicios en el cual se investiga, se desafía y se estimula el pensamiento crítico y nuevas formas de ser, pensar y actuar, lo que a menudo resulta en nuevos comportamientos aplicables a toda la vida del cliente.
Enfoque	Por lo general se centran en los problemas, es decir, identifican y tratan de corregir problemas o debilidades. Metas generalmente relacionadas con los programas y el financiamiento.	Construye sobre las fortalezas del cliente. Establecimiento de objetivos basados en valores.
Compromiso con el cliente	Requiere un compromiso limitado del cliente para su implementación.	Maximiza el compromiso del cliente para implementar soluciones.

El papel del experto	Considerado como el "experto" que resolverá los problemas (la bala mágica). Si se necesita un cambio de comportamiento, el consultor generalmente no se involucra en ello. Proporciona información. Reúne datos e informes sobre lo que se debe hacer.	Habilitador del cliente - resolver problemas o cambiar las cosas para mejor. Un enfoque en la dinámica individual e interpersonal apoya el cambio de comportamiento. Promueve el autodescubrimiento. Facilita el crecimiento.
Beneficios para la empresa	El consultor aporta su experiencia técnica para asesorar sobre las soluciones.	Coach aporta experiencia en relaciones para apoyar las soluciones del cliente.
Los empleados que deben incluirse	Normalmente trabaja con más de una persona, a menudo en un equipo, grupo, junta o departamento. Estructurar proyectos para entregables o resultados específicos, de los cuales el consultor es el principal responsable.	Trabaja en forma individual; puede entrenar a más de una persona en una organización, individualmente. Apoya al cliente para lograr su propio resultado o resultado.

Cuadro 8.1: Resumen de las diferencias entre Coaching y Consultoría, Fuente: https://www.501commons.org/resources/tools-and-best-practices/management-leadership/whats-the-difference-between-coaching-and-consulting DIFUNDE LA PALABRA-

7.4. El proceso de Coaching y Consultoría SMeART

Paso 1: La identificación de los retos específicos, metas y planes estratégicos de la empresa será realizada por el personal de SMeART. Los desafíos se identificarán a través de reuniones con la empresa y el uso de las directrices de SMeART para una entrevista (ya utilizadas en el paquete de trabajo 1). Agregue el enlace a las pautas de la entrevista.

Paso 2: Identificación de la experiencia necesaria del coach / consultor. Se designará a un coach/consultor con las competencias y referencias apropiadas para la empresa. Añadir el enlace a la lista de entrenadores.

Paso 3: El entrenador/consultor realizará un diagnóstico en profundidad de los retos y necesidades de la empresa. Los entrenadores/consultores utilizarán las siguientes herramientas para añadir un enlace a las herramientas que los entrenadores/consultores están planeando utilizar. Las PYME se someterán a una cooperación en profundidad y a un programa de formación dirigido por las IES, los centros de investigación y otros expertos de la asociación. Durante esta fase, el entrenador/consultor desarrollará planes individuales de desarrollo de negocio, incluyendo los pasos a seguir y los objetivos a alcanzar.

Paso 4: Implementación del plan de acción para transformar a la PYME en una PYME inteligente (Smart SME PLAN); en estas actividades estarán incluidos la empresa, el coach/consultor y el personal de SMeART - responsable de la empresa. Cualquier desviación del plan de acción será notificada y considerada, así como los requisitos adicionales de la empresa serán identificados y discutidos. El plan Smart SME será implementado por la empresa para mejorar su competitividad en el mercado de la ingeniería inteligente.

Paso 5: El coach/consultor, junto con el personal de SMeART, preparará el informe de coaching/consultoría. También el seguimiento - el éxito de la actividad piloto será realizado por el personal de SMeART.

7.4.1. Configuración del Plan de Coaching y Consultoría (plantillas)

El proceso de coaching / consultoría es el siguiente:

- Diagnóstico de los retos, objetivos y planes de la empresa, expectativas (herramientas de diagnóstico)
- Identificación de los principales retos de la empresa
  - ➢ Identificación de la experiencia necesaria del consultor / coach; referencias requeridas del consultor / coach
- Búsqueda de un consultor / coach adecuado
  - ➢ Preparación del plan de consultoría / coaching, incluyendo objetivos alcanzables. Identificación de posibilidades/próximos pasos a seguir.
- Identificar a los empleados, involucrados en la consultoría / coaching.
  - ➢ Definir los roles de todos los involucrados y sus responsabilidades. Definir los resultados requeridos, los plazos a cumplir y los recursos necesarios a invertir.

Coaching / Plan de consultoría **- Plantilla**	
Nombre de la **PYME**	
Representante legal de la PYME	
Nombre de la persona de contacto	
Correo electrónico	
Teléfono	
Nombre del Entrenador / Consultor	

Objetivos del Coaching / Consultoría

Descripción de las tareas y de los recursos necesarios	Número de horas
HORAS TOTALES	

Firma: PYME _____

Firma: Entrenador / Consultor: _____

Socio de SMEeRT: _____

Pestaña: 8.2: Formulario a utilizar

7.4.2. Proceso de seguimiento / evaluación de la actividad de coaching / consultoría

El proceso de seguimiento / evaluación de la actividad de coaching / consultoría es el siguiente:

- El personal de SMeART será, junto con el entrenador/consultor y la PYME beneficiaria, responsable de la gestión del tiempo de las tareas;
- El personal de SMeART estará a cargo de la evaluación de la experiencia del coach/consultor con los requerimientos de la PYME beneficiaria durante la primera mitad del proceso de coaching/consultoría;
- El personal de SMeART será, junto con el coach/consultor y la PYME beneficiaria, responsable de la evaluación del logro de los objetivos establecidos;
- El personal de SMeART será, junto con el coach/consultor y la PYME beneficiaria, responsable de la evaluación del valor añadido de la actividad de coaching/consultoría (nuevos conocimientos en la empresa, nuevos procesos, nuevos productos/servicios, nuevo modelo de negocio... etc.).

Informe de Coaching/Consultoría **- Plantilla**	
Nombre de la **PYME**	
Representante legal de la PYME	
Nombre de la persona de contacto	
Correo electrónico	
Teléfono	
Nombre del Entrenador / Consultor	

Resultados obtenidos

¿Qué se ha logrado con respecto a las tareas y objetivos establecidos?	

¿Qué es lo que no se ha logrado?	
¿A qué dificultades se ha enfrentado?	
¿Cuál es su impresión de cómo lo toma el cliente?	
¿Se han establecido asociaciones exitosas?	
¿Qué crees que queda por hacer para esta empresa?	

Tab. 8.3: Plantilla de informe de evaluación

7.5. Lo que se debe y lo que no se debe hacer para un coaching y una consultoría eficientes

Lo que debe y no debe hacer el equipo de SMeART para un coaching / consultoría eficiente y exitoso, y el tiempo que invierte:

HACER	**NO LO HAGAS**
Compruebe las referencias del entrenador / consultor. Compruebe sus casos de éxito.	Contratar a un entrenador / consultor, interesado sólo en el dinero. El entrenador / consultor debe mostrar también su propia motivación para su éxito.
Invite al entrenador/consultor a la reunión inicial - ¿es usted compatible en términos de energía, conocimientos y experiencia? Trabaje con un entrenador/consultor con el que se sienta conectado.	Trabajar con un entrenador/consultor en el que no confíe.
Compruebe la posibilidad de que exista un conflicto de intereses entre su empresa y el entrenador/consultor.	Traer al proceso de coaching / consultoría a compañeros de trabajo que no estén abiertos a los cambios. Escuchar sus dudas, encontrar una solución o respuesta y responder a las objeciones a través de actividades generales de comunicación.

Estar personalmente comprometido con el crecimiento y el cambio de la empresa. Trabaje con sus compañeros de trabajo, también dispuestos a cambiar.	Espere cambios durante la noche; los cambios duraderos y eficientes son un proceso.
Sea una inspiración, un modelo a seguir para sus empleados. Sé mejor cada día!	Espere que el entrenador/consultor tome decisiones por usted. Él le ayudará a tomar decisiones por su cuenta.

8. Formación

Autores: Philippe Saey, Mathieu Troch, Frederic Depuydt

Esta sección proporciona información sobre cómo entrenar para la (r)evolución de la industria inteligente:

- a quién entrenar y para qué, en qué plazo
- cómo utilizar las nuevas tecnologías de formación y cómo fusionarlas con los viejos conceptos
- cómo evitar algunas trampas y encontrar las claves para una implementación exitosa de la formación en las fábricas.

"Cambiar la forma en que pensamos, formamos y trabajamos utilizando datos" ....

"El concepto de digitalizar todo se está convirtiendo en una realidad. La automatización, la inteligencia artificial, la IO, el aprendizaje automático y otras tecnologías avanzadas pueden capturar y analizar rápidamente una gran cantidad de datos que nos proporcionan cantidades y tipos de información inimaginables para trabajar. Nuestro desafío es pasar a la siguiente fase: cambiar la forma en que pensamos, formamos y trabajamos utilizando datos, para crear valor a partir de los resultados obtenidos a través de tecnologías avanzadas".

Brian Householder, Presidente y Director de Operaciones, Hitachi Vantara

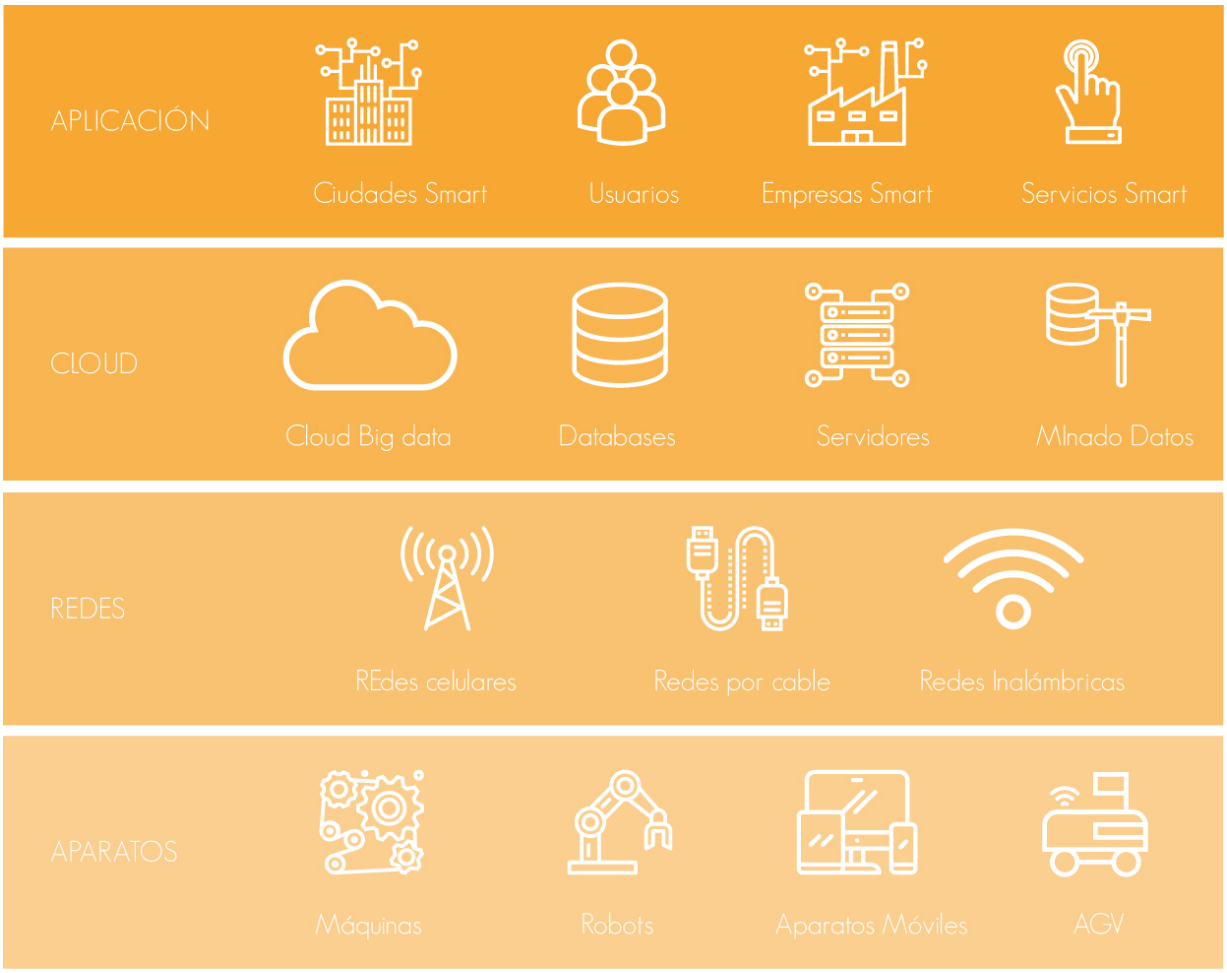
Citado de "Talent and the workforce: evolution vs. revolution - The future of work" en[Deloitte2018] "The Fourth Industrial Revolution is heree- are you ready?

8.1. ¿Qué es la industria inteligente (en pocas palabras)?

"Smart Industry es el nombre para la tendencia actual de automatización e intercambio de datos en las tecnologías de fabricación. Incluye sistemas ciberfísicos, la Internet de las cosas, la computación en nube y la computación cognitiva. La industria inteligente es comúnmente conocida como la cuarta revolución industrial. Smart Industry crea lo que a veces se llama una "fábrica inteligente". Dentro de las fábricas inteligentes de estructura modular, los sistemas ciber-físicos supervisan los procesos físicos, crean una copia virtual del mundo físico y toman decisiones descentralizadas. A través de la Internet de los objetos, los sistemas ciber-físicos se comunican y cooperan entre sí y con los seres humanos en tiempo real, y a través de la computación en nube, los participantes de la cadena de valor ofrecen y utilizan servicios tanto internos como entre organizaciones". [Industria4.0_2018]
La "Plattform Industrie 4.0" identificó muchos potenciales y desafíos que forman parte de los cinco campos de acción:

- integración horizontal
- ingeniería digital integral
- integración vertical
- nuevas infraestructuras sociales
- sistemas de producción ciberfísica.

En la literatura se encuentran muchas descripciones generales, tanto más tecnológicas como más generales: Además de los documentos de la "Plattform Industrie 4.0" alemana, el informe del Departamento de Política de "Industria, Investigación y Energía" del Parlamento Europeo es una excelente guía general [Smit2016]. [Rojko2017] ofrece una visión general de los conceptos y tecnologías de la industria inteligente, y [Xiaomin2017] discute el "pegamento" que mantiene unidas todas las "partes" de la industria interconectada: las redes de comunicación de datos (Fig. redes).



(Fig. 9.1): Dispositivos ("cosas"), redes, la "nube" y las aplicaciones representadas en una estructura de red de cuatro capas [Xiaomin2017].

8.2. ¿A quién entrenar y para cuándo?

Cómo estimar el marco de tiempo de la evolución de la Industria Inteligente.

El calendario para la aplicación de las tecnologías de la industria inteligente, a veces perturbadoras, se sitúa en el período de 2020 (instalaciones piloto selectivas), por encima de 2025, para una amplia adaptación de las soluciones estándar a la realización de una industria inteligente "más verdadera" alrededor de 2030 (Fig. hoja de ruta)[RolandBerger2016]. En consecuencia, la transformación está ocurriendo ahora mismo y en los próximos años: La mayoría de las investigaciones, desarrollos y despliegues serán realizados por el personal actual.

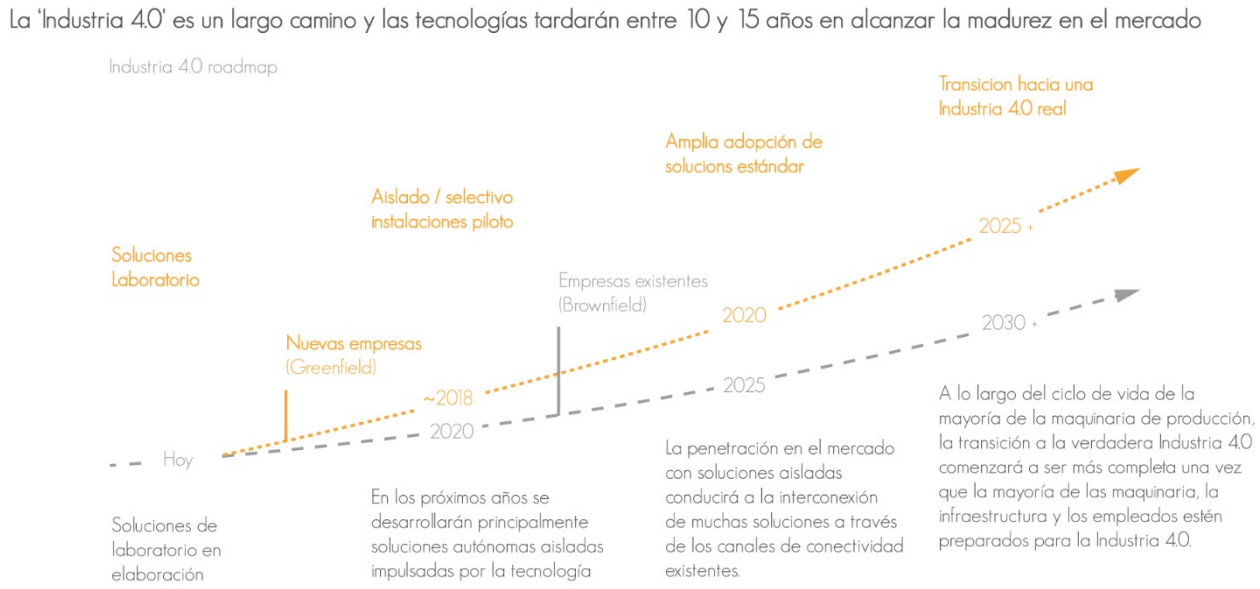


Fig.9.2: La mayoría de las fuentes predicen que la industria inteligente "llegará" en los años 2025 - 2030.

Esto significa que debemos centrarnos principalmente en la formación del personal existente: El aprendizaje permanente y el aprendizaje y la formación de adultos son de vital importancia en esta fase de la realización de la industria inteligente. Paralelamente, los "millennials" deben integrarse en la fuerza de trabajo.

Curiosamente, no todas las empresas piensan que la formación en la Industria Inteligente es relevante hoy en día en la educación continua (Fig. VETtoday). La figura proactiva muestra que la mayoría de las grandes empresas adoptan una posición proactiva/innovadora con respecto a la organización de la EFP en el lugar de trabajo, lo que significa que las PYMEs deben ser más sensibles a la necesidad de prepararse para la industria inteligente [Pfeiffer2016VDMA].

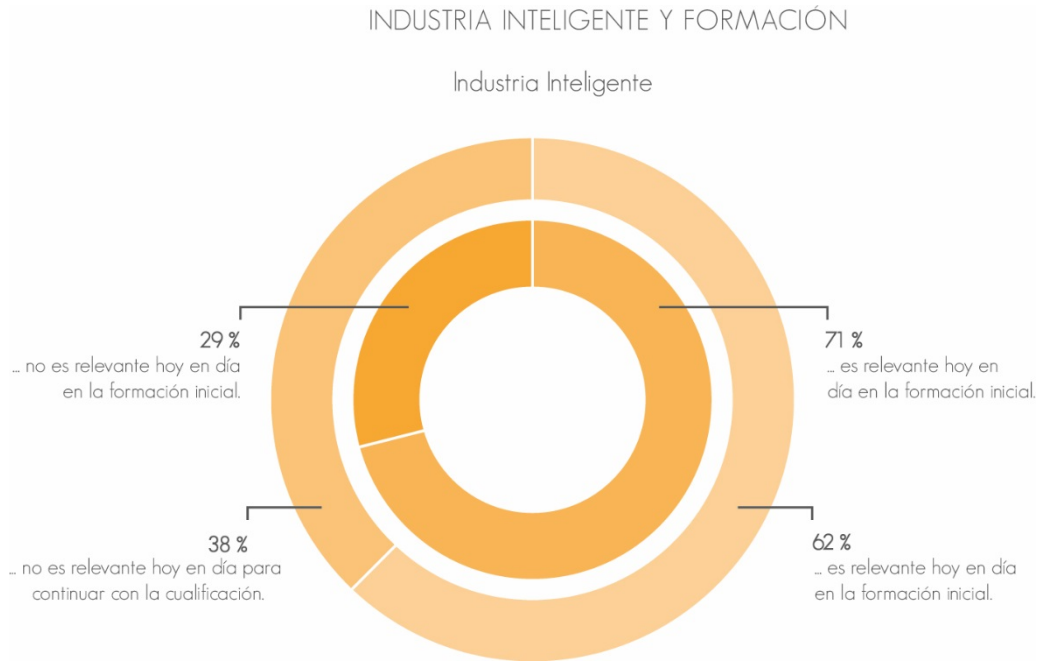


Fig.9.3: VETtoday: No todas las empresas piensan que la formación en Smart Industry es relevante hoy en día para la formación continua.

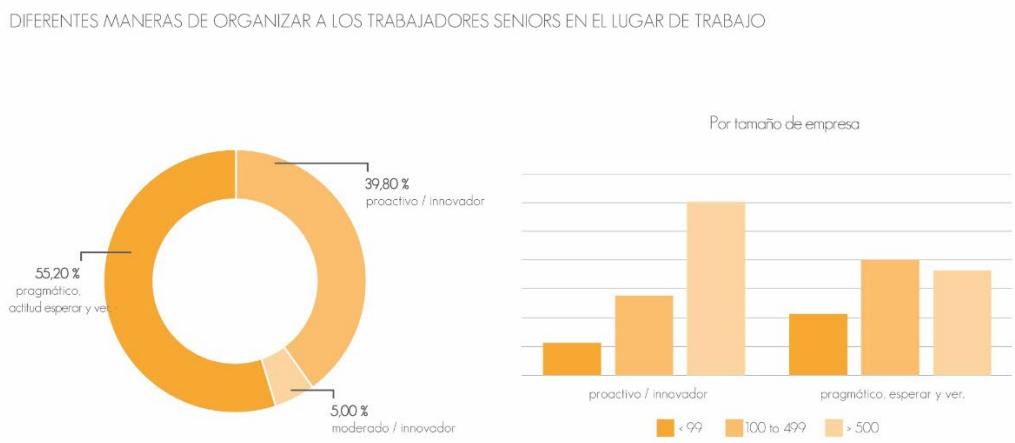


Fig. 9.4.: proactiva: La mayoría de las grandes empresas adoptan una posición proactiva/innovadora con respecto a la organización de la EFP en el lugar de trabajo.

8.3. Para lo que tenemos que entrenar

Estos párrafos proporcionan información sobre cómo estimar las diferentes dimensiones de los cambios tecnológicos y su impacto en las cualificaciones pertinentes a la FP (educación y formación profesional) y para los perfiles STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) de nivel superior.

8.3.1. Dimensiones de la industria inteligente relevantes para la Formación

8.3.1.1. Cualificaciones de la industria inteligente relevantes para la formación.

No existe una versión única y definitiva de la industria inteligente y, por lo tanto, no existe una respuesta única a la cuestión de las cualificaciones adecuadas para la formación (educación y formación profesional). Los requisitos de cualificación se identifican con mayor facilidad y precisión mediante la participación de los empleados en la implementación de la industria inteligente. Y la calificación es, en última instancia, también una cuestión de voluntad: ¿Quieren las empresas una amplia base de cualificaciones en el futuro, o pretenden diseñar la tecnología de tal manera que la automatización supuestamente las haga independientes de tales cualificaciones en el futuro?

Table Dimensions ([Pfeiffer2015]) muestra una visión general de las dimensiones de la industria inteligente que, según el estado actual de la técnica, serán relevantes para la cualificación de la formación.

Dimensiones de la industria inteligente relevantes para la cualificación

redes sociales @PRODUCCIÓN	Web 2.0. Shift Doodle Tabletas.	Enfoques en los que los escenarios de uso de la Web 2.0 se convierten en parte de la fabricación, es decir, aplicaciones basadas en la web para la comunicación interpersonal que están disponibles en cualquier plataforma y en los dispositivos móviles correspondientes; por ejemplo, una aplicación como "Doodle" para coordinar el trabajo por turnos, o personal de mantenimiento que se comunica a través de la web mediante el uso de tabletas.
datos @PRODUCCIÓN	CPS. Internet de las cosas. Big Data.	Los nuevos enlaces de datos cualitativamente nuevos entre objetos físicos que antes no tenían conexiones de datos dan lugar a nuevos potenciales para la gestión de la producción autoorganizada, el mantenimiento y la integración logística (sistemas ciber-físicos). Internet de los objetos y grandes aplicaciones de datos sobre el desgaste de las máquinas, la logística, etc.
NextGEN PRODUCCIÓN	Robots de 2 brazos. Robots ligeros. Robótica adaptativa. Impresión en 3D.	Los nuevos enfoques de automatización en la tecnología de producción y/o manipulación incluyen robots ligeros y de doble brazo, robots con más sensores (con mayor sensibilidad o adaptabilidad) o tecnologías adicionales como la impresión en 3D.
AUTOMATIZACIÓN @body&mind	Desgaste. Cuantifíqueme. Acceso de Big Data a funciones vitales	Las aplicaciones portátiles y auto-cuantificables, combinadas con Big Data y algoritmos inteligentes, permiten el acceso y la monitorización de las funciones vitales y corporales de los empleados.

Tabla 9.1: Resumen de las dimensiones de la industria inteligente relevantes para la EFP.

- Social media@production: comunicación web móvil en producción. Enfoques en los que los escenarios de uso de la Web 2.0 pasan a formar parte de la fabricación, es decir, aplicaciones de comunicación interpersonal basadas en la web y, por tanto, disponibles en cualquier plataforma y en los dispositivos móviles correspondientes. Por ejemplo, una aplicación como "Doodle" podría utilizarse para coordinar el trabajo por turnos. Estos enfoques son más bien de tipo catch-up, ya que el uso de los medios sociales penetra en áreas de la empresa en las que no se ha utilizado anteriormente. Estrictamente hablando, no se trata de una industria inteligente, sino simplemente de un cambio en los medios de comunicación. Es más probable que esto tenga efectos en la cultura empresarial que en el empleo y la cualificación: Los Millennials lo introducen al entrar al piso de trabajo.

Algunos escenarios típicos son:

- "Shift Doodle" y Web 2.0: Los empleados utilizan una aplicación para consultar en un grupo o en diferentes turnos, por ejemplo, para decidir quién vendrá a trabajar el sábado si es necesario un turno extra. También se utilizan herramientas basadas en la web para la gestión de ideas y los procesos de mejora continua.
- Dispositivos móviles para el control de la producción (en casa o en las instalaciones del cliente): Gracias a las nuevas redes, en gran medida autocontroladas, las secuencias de producción ya no requieren tanto apoyo intensivo como antes. El personal ya no tiene que estar disponible en todo momento. Se necesita menos personal, pero éste debe ser más cualificado. Los numerosos sensores a lo largo de la secuencia de fabricación muestran el estado del sistema en los dispositivos móviles e indican cuándo es necesaria una intervención (futura).

- Data@production: la integración de la producción de materiales. Los nuevos enlaces de datos cualitativamente nuevos entre objetos físicos que antes no tenían conexión de datos dan lugar a un nuevo potencial para la gestión de la producción autoorganizada, el mantenimiento y la integración logística (sistemas ciber-físicos). Aumentan y amplían los pasos anteriores hacia la informatización (como sistemas ERP*), e integrarlos más estrechamente con la creación de valor en el mundo real (dentro de la empresa) y los procesos logísticos en el mundo real (a través de las cadenas de valor globales hasta el cliente final). Este potencial para un nuevo tipo de permeabilización del mundo físico por los datos allana el camino para escenarios basados en grandes datos y algoritmos inteligentes. En este nivel pueden surgir cambios importantes que lleven a cambios en las secuencias de producción, nuevos modelos de negocio y cadenas de valor más "fluidas". Este desarrollo es más probable en áreas que ya tienen un alto grado de informatización y automatización, y conducirá principalmente a un enorme aumento de la complejidad de los sistemas en general. No es posible estimar los efectos sobre el empleo y la cualificación en términos generales, pero éstos se producirán -de forma muy concreta- cuando cambien los contenidos de los empleos y las intersecciones entre ellos. Escenarios típicos, por ejemplo:
    - Sistemas ciberfísicos/Internet of Things: En una empresa mediana, los engranajes técnicamente sofisticados se fabrican en pequeñas series. El estado de los diferentes pasos de trabajo (fresado, rectificado, endurecimiento, etc.) de los diferentes lotes y la ubicación de las diferentes piezas se registra con la ayuda de códigos QR, que transmiten los datos a un proveedor de servicios externo. El proveedor de servicios utiliza estos datos para sugerir rutas optimizadas para el llamado "milk runner" (es decir, la persona responsable de la intralogística, que entrega las piezas a las máquinas correspondientes en el momento oportuno); el personal de logística cualificado puede entonces acceder a ellas en su tableta.
    - Seguimiento en tiempo real de piezas/servicios por parte de los clientes: Todas las secuencias se digitalizan de tal manera que siempre es posible ver hasta dónde ha llegado el montaje de una máquina, o en qué fase del proceso de diseño de ingeniería ha llegado el proyecto del cliente. No sólo todo el personal puede comprobar el estado de los procesos en la aplicación correspondiente, sino que también se puede ofrecer al cliente la opción de realizar un seguimiento en tiempo real de los procesos relacionados con su proyecto.
    - Análisis Big DAta en mantenimiento y servicio remoto: Los innumerables sensores en las máquinas e instalaciones, ya sea en la propia línea de producción de una empresa o cuando las máquinas e instalaciones se utilizan en las instalaciones del cliente, generan constantemente grandes cantidades de datos. La tecnología que ya se ha utilizado con éxito en el pasado, para el mantenimiento predictivo o el mantenimiento a distancia en las instalaciones del cliente, se ha desarrollado aún más. Las grandes aplicaciones de datos y los algoritmos basados en la inteligencia artificial (IA) permiten que los datos sean analizados constantemente. Esto significa que los tiempos de parada de la planta en casa y en las instalaciones del cliente pueden reducirse considerablemente, y que las piezas de recambio pueden producirse y suministrarse a tiempo, antes de que se produzca cualquier signo de desgaste.
    - Personalización de los productos hasta el tamaño de lote 1: La creciente integración y las secuencias de producción más inteligentes han hecho posible la producción de artículos de una manera aún más específica para el cliente. En un futuro próximo, muchos productos pueden ofrecerse/producirse en el tamaño de lote 1, con una estructura de costes que antes sólo era imaginable para grandes tamaños de lote y productos relativamente estandarizados. En algunos casos, los clientes ya pueden configurar los productos por sí mismos en línea, para satisfacer sus propios requisitos muy específicos.
    - Control de producción por producto: Se han realizado mejoras significativas en el control fino de la producción, que ahora está descentralizada. El producto que se está fabricando se controla virtualmente a través de todo el proceso. Cada paso del proceso, cada prueba de calidad - todo se hace en gran medida de forma automática, ya que las piezas y las máquinas intercambian sus datos directamente.

- nextGEN production: nuevas técnicas de producción. Los nuevos enfoques en la tecnología de producción y/o manipulación incluyen robots ligeros y de doble brazo, robots con más sensores (y más sensibles o adaptables), procesos aditivos como la impresión en 3D, etc. el uso de drones, prototipos rápidos, puesta en marcha virtual, tecnología de gemelos digitales, etc.
  Los robots y los drones baratos son probablemente las innovaciones que más probablemente producirán cambios decisivos en áreas que hasta ahora, por razones económicas, han tenido proporciones comparativamente altas de mano de obra humana - por ejemplo, transporte y logística, embalaje, servicios de entrega y envío, y ensamblaje manual o híbrido.
  La impresión en 3D (u otros procesos aditivos), la puesta en marcha virtual y la tecnología digital gemela acelerarán, en un futuro previsible, los ciclos de innovación en el sector manufacturero.
  Inexpensive robots and drones are probably the innovations most likely to bring about decisive changes in areas that have so far, for economic reasons, had comparatively high proportions of human labor – e.g. transport and logistics, packing, delivery and shipping services, and manual or hybrid assembly.
  3D printing (or other additive processes), virtual commissioning and digital twin technology will, within the foreseeable future, accelerate innovation cycles in the manufacturing sector.
  Podrían ser escenarios típicos para el área de la producción industrial:
    - Procesos aditivos de impresión 3D: En pocos años, la impresión en 3D ha pasado de ser un truco a una propuesta seria. Hoy en día esta tecnología puede producir cualquier material necesario con la suficiente precisión dimensional. Esto ha alterado considerablemente los procesos de fabricación de herramientas, en los que cada vez se utilizan más herramientas rápidas.
    - Robots de doble brazo y ligeros: Los grandes robots industriales normalmente no eran financieramente viables en nuestras PYMEs en el pasado. Pero a medida que los robots -por no mencionar los cobots- se han vuelto más ligeros y baratos, se ha vuelto rentable utilizarlos en más y más áreas. Por ejemplo, un robot de doble brazo puede utilizarse para operaciones individuales de suministro e inserción, e incluso para el embalaje de piezas de repuesto.
    - La rápida creación de prototipos y la puesta en marcha virtual aceleran el proceso de diseño y desarrollo, así como la puesta en marcha de nuevas máquinas de producción mecatrónica.
- Automation@ body & mind: acceso a los cuerpos y al conocimiento basado en datos.
  Herramientas vestibles, aumentadas y de realidad virtual, combinadas con grandes datos y algoritmos inteligentes, amplían el acceso y la monitorización a los cuerpos y las funciones vitales de los trabajadores. Esto permite que los procesos de trabajo se diseñen de forma más ergonómica y que la ergonomía se optimice para el individuo. Esto también podría allanar el camino para un trabajo que tenga en cuenta el proceso de envejecimiento. Al mismo tiempo, el registro de grandes cantidades de datos recopilados con regularidad presenta peligros desconocidos, ya que ofrece un acceso sin trabas al sujeto e incluso a la esfera privada, que está muy relacionada con el cuerpo.
  Los escenarios típicos en un futuro próximo podrían ser:
    - Herramientas vestibles, aumentadas y de realidad virtual: Las tecnologías que los empleados usan en su cuerpo son nuevas. En el montaje, por ejemplo, un guante inteligente ayuda a los trabajadores a utilizar las técnicas adecuadas. Desde que los productos son cada vez más diversos, los trabajos de montaje se han vuelto más exigentes: Las secuencias rutinarias y constantemente recurrentes son prácticamente cosa del pasado. El guante inteligente ayuda al indicar en una pantalla si se ha colocado una pieza incorrecta o si se ha recogido un tornillo incorrecto. Las gafas inteligentes para realidad aumentada/virtual también ayudan, por ejemplo, en el mantenimiento de las máquinas en las instalaciones del cliente.
    - **Registro de datos vitales:** Los datos recogidos por los vestibles durante el uso se analizan mediante algoritmos basados en la IA. Los empleados pueden conectar voluntariamente su aparato de fitness privado (como un reloj inteligente) al módulo de salud del software de la empresa. La dirección de salud de la compañía puede utilizar los datos agregados no personalizados para ver cómo es el estado de salud de los empleados, y si se producen picos de carga particulares en ciertos departamentos.

8.3.1.2. Impacto en las necesidades de cualificación

Estas 4 dimensiones tecnológicas conducen a una serie de necesidades de cualificación, algunas de las cuales se mencionan en la Tabla de Demandas.

El data@production contiene los cambios reales en lo que normalmente se conoce como el núcleo de la industria inteligente (véase la siguiente sección), y el área con el mayor potencial de cambios perturbadores. Automation@body & mind no sólo jugará un papel en la Industria Inteligente, sino también en la Salud Inteligente.

	Industria inteligente: y factores influyentes - demanda de cualificación				
	Participación	**Incremento**	**Alcance del cambio**		
	Proceso de diseño	**↑ Complejidad**	**Medios de trabajo**	**Objeto del trabajo**	**Organización del trabajo**
redes sociales @PRODUCCIÓN	Sólo es efectiva si es moldeada por los empleados de acuerdo a sus necesidades.	Comparativamente sin problemas, a menudo familiarizado con el uso diario. Aprender haciendo es posible. Conocimiento del control, transparencia, aumento de la importancia del rendimiento.			
datos @PRODUCCIÓN	Sólo se puede moldear con la aportación de conocimientos técnicos y prácticos de los empleados.	La capacidad de trabajo aumenta en importancia, pero es más difícil de realizar.	Cambio perturbador. Aumento de la demanda de cualificaciones formales en el tratamiento de datos y de la capacidad de relacionarse fuera y en línea. Mejora de la cualificación en competencias básicas industriales y logísticas, riesgo de reducción de la cualificación en los márgenes. El contenido de la cualificación exigida difícilmente puede determinarse ex ante.		
NextGEN PRODUCCIÓN	Sólo se puede moldear con la aportación de conocimientos técnicos y prácticos de los empleados.	Surge una nueva capacidad de trabajo.	Las habilidades de operación de máquinas pueden ser adquiridas de manera incremental si se comienza con la calificación de un trabajador calificado.		Procedimientos parcialmente nuevos, nueva proximidad a los clientes, mayor complejidad.
AUTOMATIZACIÓN cuerpo y mente	Desarrolle con los empleados para evitar el mal uso y fortalecer los beneficios en su nombre.	Peligro de subestimar los conocimientos prácticos. La adquisición de nuevos conocimientos	Dependiendo de las principales decisiones de diseño: Pocas exigencias de cualificación en caso de mero apoyo de los seres humanos. De lo contrario, existe el riesgo de una degradación sistemática de las cualificaciones.		

		prácticos es más difícil.	

Tabla 9.3..: Industria Inteligente: factores influyentes - demandas de calificación.

El impacto de las 4 dimensiones mencionadas se muestra en la Fig. qualimpact.

	Smart Industry: qualification-relevant change impact				
	Participation	Increase	Extent of change		
	Design process	↑ Complexity	Means of work	Object of work	Work organisation
social media @PRODUCTION					
data @PRODUCTION					
nextGEN PRODUCTION					
AUTOMATION @body & mind					

Fig.9.1: Impacto de calidad: impacto y cambios necesarios para los empleados.

8.3.2. Retos STEM de alto nivel para la automatización y producción en la industria inteligente

8.3.2.1. Introducción

Los desafíos en STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con respecto a la Industria Inteligente a un nivel más alto (académico) son diversos y a veces perturbadores. Esta sección ofrece una visión más amplia de las áreas tecnológicas que se indicaron como data@- y automation@-. No sólo debe considerarse que se

dirige a la educación y el aprendizaje permanente, sino también a la investigación y el desarrollo y a la innovación (abierta). Pfeiffer afirma en [Pfeiffer2016VDMA] pág. 7 que -en Alemania- una gran proporción de las empresas se encuentran en el ambiente tradicional y/o de recuperación posterior con respecto a la colaboración entre los departamentos de formación e I+D. Aunque más allá del alcance del trabajo, es importante señalar este punto.

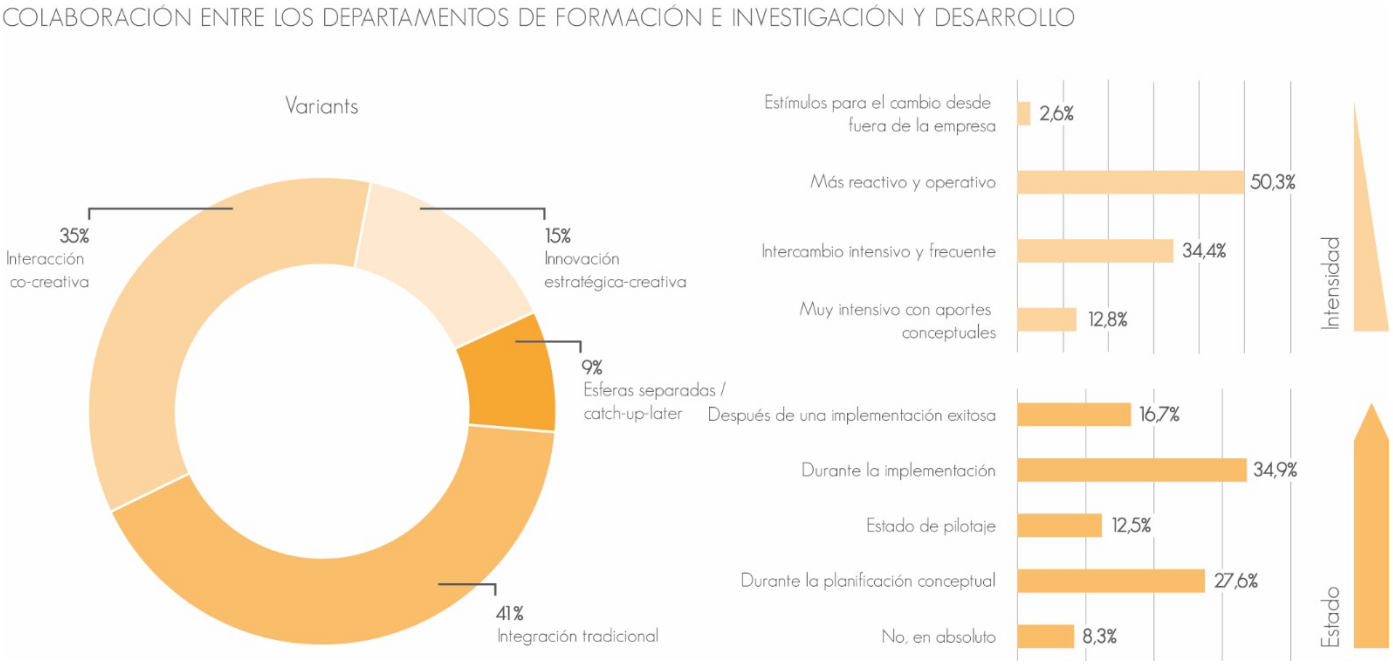


Fig.9.2: colaboración: Colaboración entre los departamentos de Formación e I+D.

8.3.2.2. Tendencias tecnológicas de la industria inteligente para educar y capacitar para

En los últimos 30 años, se han producido tres cambios de paradigma en la producción industrial, que han tenido un impacto en los temas de educación y formación: primero CIM, y ahora, a través de la fabricación ajustada, Smart Industry [Schallock2018].

El primer cambio de paradigma, CIM (Computer Integrated Manufacturing) hace hincapié en la automatización y el flujo de información. Estos son de hecho, una vez más, los campos centrales de las tecnologías que pueden cambiar mucho en la industria inteligente, como se ha indicado anteriormente. La atención se centró en la introducción de ordenadores a nivel de taller conectados con sistemas CAD y ERP.

El segundo paradigma, la "Lean wave", puso en primer plano el diseño organizativo y la segmentación de las estructuras de las fábricas.

Para el próximo cambio de paradigma, Smart Industry, la atención se centra en la digitalización en la industria.

Una amplia encuesta para VDMA ([Pfeiffer2016VDMA], pág. 14) indica la relevancia de las tendencias tecnológicas en la Industria Inteligente ahora y en (como se esperaba en) 2025 (Fig. I40 Tendencias). Éstas constituyen una buena indicación de las necesidades de formación.

La "Plattform Industrie 4.0" señaló las siguientes exigencias como ámbito de cualificación:

- Técnicas de aprendizaje digital (véase el apartado "Cómo formarse para")

- Cualificación relacionada con el trabajo (por ejemplo, formación en el puesto de trabajo, aprendizaje permanente).
- Dirigir y operar sistemas de producción
- Desarrollo interdisciplinario de productos y procesos (prototipado rápido, puesta en marcha virtual, tecnología digital gemela)
- Competencias específicas de la industria inteligente (véanse los párrafos siguientes y la Fig. I40, Tendencias).
- Evaluación de competencias.

Estas exigencias y desafíos muestran la importancia de la cualificación y el desarrollo de los recursos humanos en un futuro próximo. Deja claro que la Industria Inteligente es más que sólo tecnología. Los recursos humanos serán probablemente aún más importantes en tiempos de la Industria Inteligente.
Estas demandas pueden ser satisfechas, por ejemplo, por las empresas que planifican programas adecuados de formación y aprendizaje permanente, o por los programas de formación de las "fábricas de aprendizaje"[Schallock2018]. Una fábrica de aprendizaje podría (o debería) cubrir las siguientes tres categorías de habilidades:

- Habilidades técnicas
- Habilidades de transformación (por ejemplo, proponer y realizar cambios en todas las etapas del sistema de producción; aprender a adaptar los principios de transformación en sus plantas de producción).
- Habilidades sociales (por ejemplo, transferencia de conocimientos, adquisición de conocimientos, colaboración para la sincronización de procesos y fechas de entrega y análisis de defectos, comunicación, colaboración con otros en grupos y equipos, gestión de conflictos, asertividad, resiliencia física y mental, trabajo conceptual y solución sistemática de problemas).

En lo que respecta a las cualificaciones técnicas, es un reto superar la escasez de mano de obra en personal cualificado de TI y en competencias de la industria inteligente. Es importante contar con trabajadores que conozcan la tecnología adecuada, pero, sorprendentemente, el éxito o el fracaso depende no sólo del dominio de la tecnología adecuada (conocimientos de programación, software, tecnología de sensores), sino de una gama más amplia de factores centrados en las personas. Como se indica en la encuesta 2016 Global Industry 4.0 de Price Waterhouse Coopers: "Las empresas industriales necesitan desarrollar una cultura digital sólida y asegurarse de que el cambio sea impulsado por un liderazgo claro de la C-suite. También necesitarán atraer, retener y capacitar a los nativos digitales y a otros empleados que se sientan cómodos trabajando en un entorno de ecosistema dinámico".

Un (otro) conjunto de 9 tendencias tecnológicas - sugeridas por [Russmann2015] - se discute brevemente en este párrafo (Fig. nueve tecnologías); por favor refiérase a la Sección 1. Estos constituyen la base para la selección de los temas de los programas de aprendizaje a lo largo de toda la vida y para futuros cambios en la educación inicial:

- Big Data y análisis
- Robots autónomos
- Simulación, "co-simulación" y "diseño integrado".
- Integración de sistemas horizontales y verticales
- La Internet industrial de los objetos
- Ciberseguridad
- La Nube
- Fabricación de aditivos
- Realidad Aumentada.

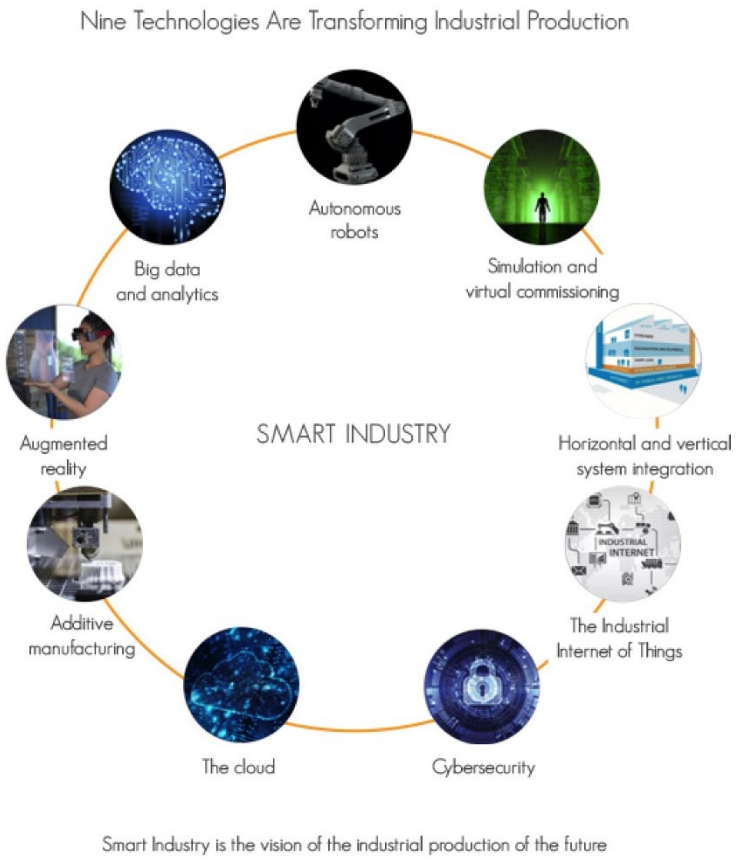


Fig. 9.3: Algunas tendencias tecnológicas clave para la industria inteligente.

Muchos de los nueve avances tecnológicos que forman la base de Smart Industry ya se utilizan en la fabricación, pero con Smart Industry transformarán la producción: Las células aisladas y optimizadas se unirán como un flujo de producción totalmente integrado, automatizado y optimizado, lo que dará lugar a mayores eficiencias y cambiará las relaciones de producción tradicionales entre proveedores, productores y clientes, así como entre las personas y las máquinas.

8.3.3. Impacto de la innovación industrial en el entorno laboral

El efecto de la informatización en el mercado laboral ha sido objeto de un intenso estudio. La composición de las tareas (rutinarias) en las que se necesita la interacción humana ha cambiado y la demanda de habilidades para realizar estas tareas se sustituye por la demanda de trabajo no rutinario a medida que aumenta la productividad debido a la digitalización. El cuadro [Impacto] ofrece una visión general del impacto de la informatización en el trabajo ([Palgrave2017] pág. 119).

Categoría de tarea/impacto	Tareas rutinarias	Tareas no rutinarias

Tareas cognitivas analíticas e interactivas	Ejemplos: Mantenimiento de registros Cálculo Servicio al cliente repetitivo (por ejemplo, cajero del banco)	Ejemplos: Diagnóstico médico Redacción jurídica Persuasión/venta Gestionar a los demás
Impacto de la informatización	Sustitución sustancial	Fuertes complementariedades
Tareas manuales	Ejemplos: Picking o clasificación Montaje repetitivo	Ejemplos: Conducción de camiones Servicios de limpieza
Impacto de la informatización	Sustitución sustancial	Oportunidades limitadas de sustitución o complementariedad

Cuadro 9.4: Impacto

La digitalización de las fábricas cambiará los puestos de trabajo en las PYMEs manufactureras. El Informe sobre el futuro del empleo del Foro Económico Mundial menciona las diez principales competencias que se exigen a los empleados. Estas importantes habilidades son: (1) resolución de problemas complejos, (2) coordinación con otros, (3) gestión de personas, (4) pensamiento crítico, (5) negociación, (6) control de calidad, (7) orientación a servicios, (8) juicio y toma de decisiones, (9) escucha activa y (10) creatividad.

(Foro Económico Mundial. Internet Industrial de las Cosas. Liberar el potencial de los productos y servicios conectados, 2015)

El cambio tecnológico requiere/permite cambios en la organización del trabajo que se traducen en diferentes puestos de trabajo y requisitos de cualificación, que requieren diferentes competencias de los empleados. En teoría, esto podría (¿debería?) planificarse en este orden lógico. En la vida real, las empresas están cambiando en las tres áreas (y no necesariamente en direcciones sincrónicas). El empresario (persona) y sus competencias, la empresa (actor colectivo) y su organización del trabajo, la definición del puesto de trabajo, y los trabajadores (actuales) (personas) y sus competencias son objetivos relevantes a tratar.

La Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI) y la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos estudiaron el impacto de la innovación industrial en el papel de la mano de obra en el futuro de la fabricación. Analizaron diferentes tareas y elaboraron una lista de cualificaciones y habilidades que serán importantes en la fábrica del futuro. Utilizaron la técnica MuShCo (Must, Should, Could) para priorizar la calificación y las habilidades. Dos resultados principales de la investigación fueron: El conjunto de cualificaciones y habilidades necesarias en la fábrica cambiará fundamentalmente y, para tener éxito en el sector manufacturero, se necesita una mano de obra cualificada. Los resultados están en [Table Must][Qual_skils2015].

Debe...	**Debería...**	**Podría...**

	...ser incluido en el conjunto de habilidades de la mano de obra calificada del futuro		
Preguntas y respuestas técnicas	Conocimientos y habilidades de TI	Gestión del Conocimiento	Habilidades de programación/codificación de computadoras
	Procesamiento y análisis de datos e información	Conocimiento interdisciplinario / genérico sobre tecnologías y organizaciones	Conocimientos especializados en tecnologías
	Conocimiento estadístico	Conocimiento especializado de las actividades y procesos de fabricación	Conciencia de la ergonomía
	Comprensión organizativa y de procesos	Conocimiento de la seguridad de TI y de la protección de datos	Comprensión de los asuntos jurídicos
	Capacidad para interactuar con interfaces modernas (humano-máquina / humano-robot)		
Preguntas y respuestas personales	Autogestión y gestión del tiempo	Confianza en las nuevas tecnologías	
	Adaptabilidad y capacidad de cambio	Mentalidad para la mejora continua y el aprendizaje a lo largo de toda la vida	
	Capacidad de trabajo en equipo		
	Habilidades sociales		
	Habilidades de comunicación		

Pestaña 9.5.: Cualificaciones y habilidades de los trabajadores en una fábrica del futuro

Para la aplicación sostenible de las nuevas soluciones de educación y formación es importante la integración de las partes interesadas, como los sindicatos, las academias empresariales, los proveedores privados de enseñanza o las cámaras industriales y de comercio y artesanales. Además, la transmisión de conocimientos de digitalización pertinentes es también una tarea para las escuelas (profesionales), colegios y universidades (Fuente: Allianz fur die Region).

"Allianz fur die Region" identificó las principales barreras para el desarrollo de habilidades y conocimientos:

- Cambios precipitados y mal considerados como la falta de uso e integración de los enfoques y recursos existentes.
- Miedo a la introducción de tecnologías de la industria inteligente como inversión en el futuro

- Rechazo de nuevos desarrollos, tecnologías y modelos de negocio
- Falta de comprensión de las necesidades de los clientes o de los requisitos de la competencia
- Sustitución de empleados en lugar de cualificación adicional
- Falta de aprovechamiento de las oportunidades de las ofertas digitales para la formación y el perfeccionamiento en materia de digitalización y de industria inteligente.
- Adhesión a las estructuras y jerarquías corporativas tradicionales
- Decisiones sin la participación de los empleados
- Falta de desarrollo de una estrategia de digitalización para la empresa.

8.4. Cómo formarse para... Métodos de aprendizaje para la transformación

Los siguientes párrafos indican cómo y por qué seleccionar un método de aprendizaje adecuado para las necesidades de formación y educación de su empresa. Con respecto al e-learning y especialmente a los MOOCs, también se indica dónde encontrarlos, qué MOOCs están dirigidos a STEM e incluso a la Smart Industry específicamente, y cuáles son los factores determinantes de éxito para su implantación en las empresas.

8.4.1. Conceptos principales

8.4.1.1. Aprendizaje tradicional frente al aprendizaje electrónico

En la actualidad, los cursos y la formación se han vuelto muy populares, ya que cada vez son más los institutos y empresas que ofrecen cursos on-line. Sin embargo, a pesar de la popularidad de la educación on-line, muchos grupos de personas se alejan conscientemente de tales métodos, sobre todo debido a conceptos erróneos. Al mismo tiempo, a pesar de la creciente popularidad de los cursos on-line, la formación tradicional (presencial) está tratando de adoptar nuevos medios para retener el interés de los alumnos.
Para algunas personas, la formación on-line es la más apropiada, mientras que para otras la formación presencial es el método preferido para impartirla. Además, algunos cursos de formación que requieren experiencia (industrial) y formación práctica podrían ser menos adecuados para el aprendizaje en línea.

Antes de profundizar en el aprendizaje electrónico, se ofrece una breve descripción del aprendizaje tradicional y una breve comparación con el aprendizaje en línea -año 2018 reducido de facto a e-learning-. Consulte [elearningindustry2018] para más información.

Las clases tradicionales se consideran más adecuadas para los niños pequeños, los adolescentes y los adolescentes que aún no se han incorporado al mundo laboral. La asistencia regular a clases les ayuda a interactuar con otras personas de su edad, a ser más disciplinados, a seguir un horario regular y a mejorar su agudeza mental.

El aprendizaje en las aulas ayuda a los estudiantes y a los maestros a conocerse mejor, permitiendo a los maestros conocer mejor a los estudiantes y evaluar mejor sus fortalezas y debilidades, actuar como mentores y guiar a los estudiantes en sus posibilidades profesionales.

En un aula tradicional, los estudiantes pueden interactuar directamente con el profesor; la interacción continua entre los estudiantes y los profesores ayuda a los estudiantes a deshacerse de sus miedos con respecto a los exámenes, lo que rara vez ocurre con la orientación en línea. Además, las interacciones con buenos profesores ayudan a motivar a los estudiantes a obtener mejores notas.

Los diplomas y certificados adquiridos son para los futuros empleadores una garantía de competencias mínimas.

Dados los apretados horarios y las largas jornadas de trabajo, el aprendizaje en línea parece más conveniente para el aprendizaje a lo largo de toda la vida. Las personas pueden tomar un curso desde la comodidad de su oficina o casa. Por otro lado, para temas más difíciles o totalmente nuevos, se requiere una cantidad mínima de tiempo y enfoque. En general, la comunicación con un instructor on-line es a menudo muy impersonal o a veces incluso imposible. Las alternativas al contacto en vivo como foros on-line, correos electrónicos, salas de chat, reuniones MOOC, etc. mejoran la comunicación entre el instructor y el estudiante. Algunas de estas soluciones conducen al e-learning bidireccional y sincrónico.

El aprendizaje "hágalo usted mismo" mediante la adquisición de conocimientos utilizando recursos que se encuentran en Google, por ejemplo, a menudo resulta en una sobrecarga de información y dificulta la selección de información relevante y correcta. Esto parece más adecuado para las personas que tienen títulos de maestría y que pueden pasar mucho tiempo estudiando.

8.4.1.2. Formación a distancia

9.4.1.2.1. Introducción

El "e-learning" es básicamente un conjunto de servicios educativos on-line que enseñan y ayudan a mejorar a los estudiantes y aprendices [elearningtheory2018]. Hoy en día puede considerarse como la forma más importante de "educación a distancia".

Diferentes conceptos que utilizan ordenadores en el contexto del aprendizaje, entre los que se encuentran la Instrucción Asistida por Ordenador (CAI), el Aprendizaje Asistido por Ordenador (CAL), la Educación Basada en Ordenador (CBE), el e-learning, los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS) y las (SDL), y Massive Open On-line Courses (MOOC) se discuten en [elearningtheory2018]. Todos estos conceptos tienen dos aspectos en común: el aprendizaje y los ordenadores; sólo SDL no se aplica necesariamente al uso de ordenadores.
La alfabetización informática será un factor decisivo para el éxito de los cursos en línea (véase el apartado "Claves para el éxito - Errores".
Las plataformas on-line, también pueden ofrecer una representación más diversa de la población estudiantil a medida que los estudiantes se preparan para trabajar en la Industria Inteligente. La diversidad proviene de la interacción con los estudiantes fuera de su ubicación geográfica, ofreciendo posiblemente una variedad de perspectivas sobre el contenido del curso y de esta manera disminuyendo las diferencias culturales.

La experiencia del alumno es típicamente asincrónica, pero también puede incorporar elementos sincrónicos [onlinelearning2018]. La gran mayoría de las instituciones utilizan un Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS) para la administración de cursos en línea [syn_asyn_2018]. En la siguiente sección, se discuten los métodos de entrega (aprendizaje síncrono y asíncrono) y los Sistemas de Gestión del Aprendizaje.

9.4.1.2.2. Métodos de entrega: aprendizaje sincrónico y asincrónico

Básicamente, el aprendizaje sincrónico implica estudios en línea a través del "chat". Este tipo de aprendizaje sólo puede realizarse on-line. Al estar on-line, puedes mantenerte en contacto con tu profesor y otros estudiantes. Se llama aprendizaje sincrónico, porque el sistema permite a los estudiantes hacer preguntas a su profesor o a sus compañeros de clase instantáneamente a través de mensajes instantáneos.

Por otro lado, el aprendizaje asíncrono puede llevarse a cabo on-line y fuera de línea. El aprendizaje asíncrono implica el trabajo del curso a través de la web, el correo electrónico y los tablones de mensajes que luego se publican en los foros on-line.

Los entornos de aprendizaje asíncronos son espacios on-line en los que el trabajo se apoya a través del uso de plataformas digitales, de manera que los participantes no tienen que estar on-line al mismo tiempo. Las discusiones en cadena, las reuniones (individuales) de Skype, el correo electrónico y las llamadas telefónicas son opciones de una entrega asíncrona. Aunque esto de "cualquier momento y en cualquier lugar" puede ser atractivo, la regularidad en los estudios puede verse comprometida.

Un beneficio del aprendizaje asincrónico es que el alumno tiene más tiempo para generar respuestas relacionadas con el contenido para el instructor y las publicaciones de sus compañeros; tienen tiempo para encontrar hechos que respalden sus declaraciones escritas, realizar pruebas, relacionarse con colegas de la fábrica, etc.... El tiempo adicional proporciona una oportunidad para aumentar la capacidad del alumno para procesar la información. La ortografía y la gramática dentro de las publicaciones de un ambiente asincrónico debe ser como la que se encuentra en la escritura académica formal.

Por otro lado, una de las principales limitaciones de este método de enseñanza es el mayor potencial para que un alumno se sienta alejado del entorno de aprendizaje. El aprendizaje asincrónico se considera menos social por naturaleza y puede hacer que el alumno se sienta aislado. Proporcionar al estudiante un sentimiento de pertenencia a la universidad o institución contrarrestará los sentimientos de aislamiento: Los enlaces a los sistemas de apoyo de la universidad, a la biblioteca, a los laboratorios pueden ser muy útiles para este aspecto.

Los entornos de aprendizaje sincrónicos son los que más se asemejan al aprendizaje cara a cara. El aprendizaje sincrónico tiene lugar a través de plataformas digitales en las que los alumnos utilizan al mismo tiempo los medios de comunicación on-line. En comparación con el aprendizaje asíncrono, los entornos síncronos on-line proporcionan una mayor sensación de apoyo, ya que el intercambio de texto o voz es inmediato y se siente más como una conversación. Si se utilizan plataformas como conferencias web o videoconferencias, los alumnos pueden escuchar el tono de voz utilizado por otros, lo que puede permitir una mejor comprensión del contenido. Al igual que en un entorno de clase tradicional, los alumnos on-line pueden sentir la necesidad de mantener la conversación en marcha, por lo que existe la posibilidad de centrarse en la cantidad de respuestas en lugar de en la calidad del contenido de la respuesta. Sin embargo, el entorno sincrónico - con respuestas en tiempo real - puede permitir a los estudiantes o instructores proporcionar claridad a lo que se dijo, o aliviar cualquier posible error.

9.4.1.2.3. Sistemas de gestión del aprendizaje

La mayor parte del aprendizaje en línea tiene lugar a través del Sistema de Gestión del Aprendizaje (Learning Management System, LMS) de un colegio, universidad o empresa: Es importante tener un sistema uniforme que permita el seguimiento de la persona que toma el curso.
Un LMS es una aplicación de software para mantener, entregar y rastrear recursos educativos. Según el Centro de Análisis e Investigación de Educause (ECAR), el uso de un LMS es casi omnipresente, ya que el 99% de los colegios y universidades norteamericanas reportan tener uno en funcionamiento **[onlinelearning2018]**. Entre el profesorado, el 87% declara que utiliza un LMS y lo encuentra útil para "mejorar la enseñanza (74%) y el aprendizaje de los estudiantes (71%)". Del mismo modo, el 83% de los estudiantes utilizan un LMS en sus cursos, y la mayoría (56%) los utiliza en la mayoría o en todos los cursos.

La mayoría de las instituciones -las cifras son para EE.UU. y Canadá- utilizan LMSs de proveedores externos (77%): Blackboard domina actualmente el entorno LMS con una tasa de adopción del 31,9%, seguido por Moodle con un 19,1% y Canvas con un 15,3%[onlinelearning2018]. Sin embargo, en el último año Canvas, de Instructure, ha ganado una parte cada vez mayor de la cuota de mercado.

8.4.1.3. Cursos Abiertos Masivos en Línea (MOOCs)

9.4.1.3.1. Introducción

"Un curso abierto masivo en línea (MOOC) es un curso en línea dirigido a la participación ilimitada y el acceso abierto a través de la web. Además de los materiales tradicionales del curso, como conferencias filmadas, lecturas y conjuntos de problemas, muchos MOOC ofrecen foros de usuarios interactivos para apoyar las interacciones comunitarias entre estudiantes, profesores y asistentes de enseñanza"[MOOC2018].

En "Class Central"[MOOCoverview2018] encontrará una descripción general de los MOOC de varias plataformas. Puede encontrar una lista más amplia en[MOOCplatforms2018].
Originalmente, los MOOCs empezaron como cursos en línea completamente gratuitos, pero esto ha cambiado rápidamente. Los MOOC originales - la mayoría desarrollados en universidades americanas, Fig. MOOChistory - eran gratuitos y de alto nivel. La oferta se ha ampliado, es para diferentes niveles de educación y a menudo paga (parcialmente)[MOOCsstartedfree].

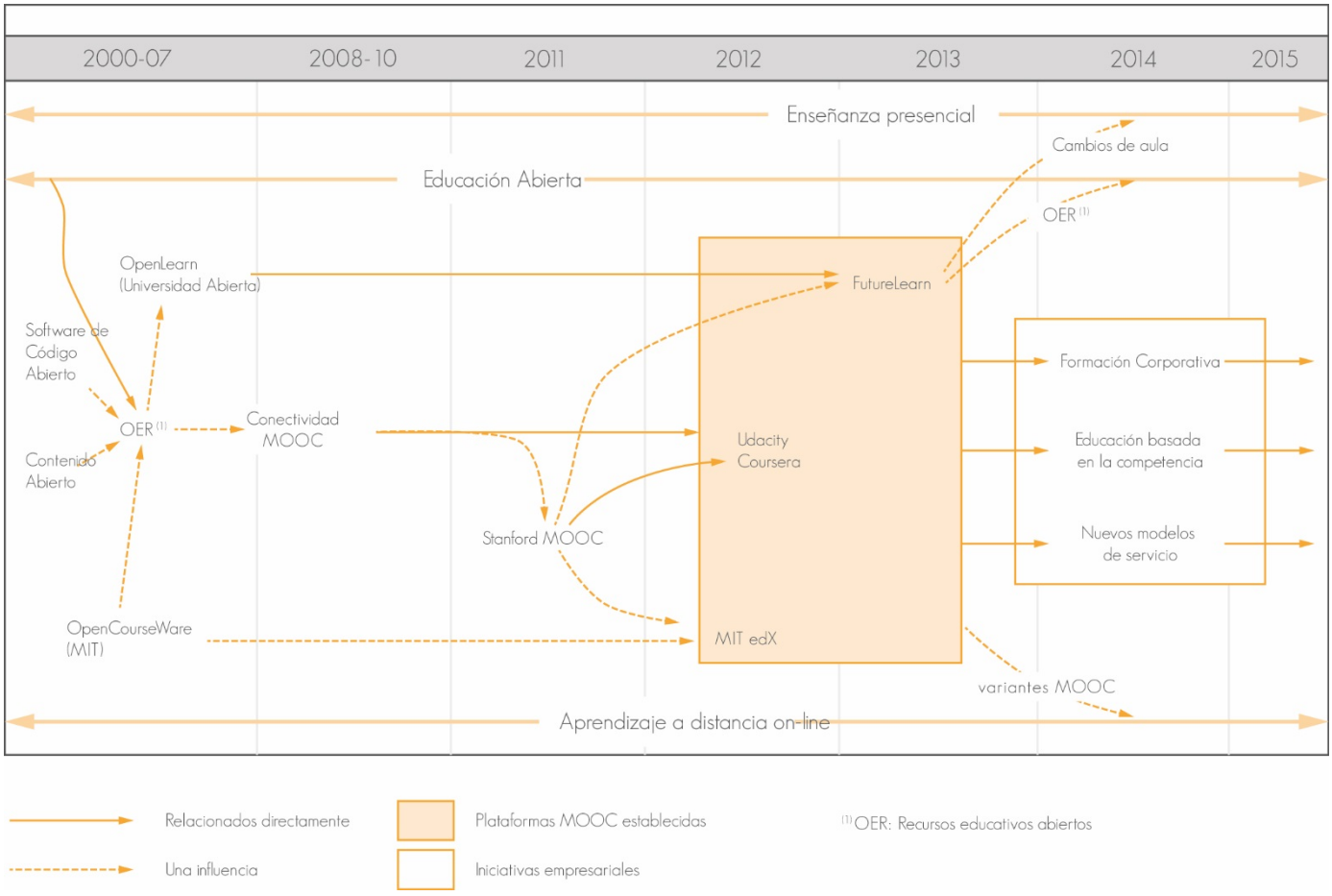


Fig.9.4: MOOChistoria: Panorama general del desarrollo de los MOOC, empezando por el OCW en el MIT.

9.4.1.3.2. Características básicas de MOOCS

Echemos un vistazo al acrónimo primero:

- Masivo: Miles de estudiantes pueden tomar el mismo curso "al mismo tiempo". El curso "Introducción a la Inteligencia Artificial" - a menudo visto como el primer verdadero MOOC - fue inscrito por más de 150.000 estudiantes en 2012.

- Abrir: Cualquiera puede utilizar los cursos, independientemente de sus logros académicos previos, y son gratuitos o de muy bajo costo, y a veces están disponibles en 4 o 5 idiomas.

- On-line: Los estudiantes pueden tomar cursos desde cualquier lugar e interactuar con otros estudiantes; este último es - al igual que cualquier herramienta de aprendizaje a distancia a la que se accede con un LMS - una gran ventaja y a menudo conduce a percepciones desde un punto de vista multicultural.

- Por supuesto: El software del curso es más que simplemente escuchar conferencias pregrabadas; los MOOCs están diseñados para ser efectivos e interactivos para el aprendizaje a distancia en línea. Sin embargo, las conferencias pregrabadas son una parte importante del curso.

(Fuente:[MOOCplatforms2018])

Los MOOCs son un desarrollo reciente en la educación a distancia que se introdujo por primera vez en 2006 y que surgió como un modo popular de aprendizaje en 2012[1].
OpenCourseWare (OCW) surgido en el MIT en 2006, se trataba simplemente poner a disposición del resto del mundo "cursos escritos" de alto nivel. El objetivo principal era que la educación de calidad fuera accesible a todos. En el otro extremo del espectro de la educación a distancia se encuentran las universidades on-line: El estudiante está matriculado en la universidad, paga una matrícula y sigue el curso on-line en el momento programado (aprendizaje sincrónico). La tabla MOOC indica algunas propiedades de OCW, MOOCs y universidades en línea.

	OpenCourseWare	MOOC	Colegios on-line
Coste	Libre	Por lo general, gratis o con un pequeño costo de matrícula	Caro
Estructura	No requiere nada del alumno	Alguna estructura y tiempo, típicamente aprendizaje asincrónico.	Plazos estrictos, tareas, aprendizaje sincrónico
Calificación	Ninguna, o a veces por factores externos	Calificación automatizada por computadora, calificación por pares, método de calificación humana	Hecho por el profesor
Disponibilidad	Abierto, de libre acceso, a veces incluso editable si se menciona la fuente	Propiedad de la institución, empresa o plataforma	Sólo accesible para los estudiantes que fueron aceptados y matriculados

[1] "Introducción a la Inteligencia Artificial" por Sebastian Thrun es a menudo visto como el primer verdadero MOOC; fue firmado por más de 150.000 estudiantes en 2012.

Observaciones		A veces se utiliza para "probar" a los estudiantes y después matricularlos en universidades normales.	A veces se utiliza como solución para facultades multicampus

Tabla. 9.6: MOOC

Debido a las inscripciones masivas, los MOOCs requieren un diseño instructivo que facilite la retroalimentación y la interacción a gran escala. Los dos enfoques básicos son:

- Revisión por pares y colaboración en grupo
- Retroalimentación automatizada a través de evaluaciones objetivas en línea, por ejemplo, pruebas y exámenes. También se está llevando a cabo una clasificación automática de los trabajos escritos, utilizando técnicas de IA (IA: Inteligencia Artificial).

Para contrarrestar el hecho de que estudiar un MOOC es básicamente una tarea solitaria, y en su mayoría asincrónica, tan tentadora de perder el ritmo de estudio, se han organizado reuniones MOOC en muchas grandes ciudades de todo el mundo ([Hagel2014], pág. 14).

Las empresas están experimentando con Meetups -la continua evolución de los MOOCs y otros aprendizajes digitales- para llenar el papel del entorno de aprendizaje social que es una característica de la experiencia universitaria tradicional. Meetup, fundado en 2002, es un portal de redes sociales en línea que facilita las reuniones de grupos fuera de línea en varios lugares del mundo. El proveedor de educación en línea edX tiene más de 40 comunidades Meetup en todo el mundo, mientras que Udacity tiene 18. Existen casi 220 Meetups más para categorías como "MOOCs" y "online learning". Las reuniones de MOOC se celebran en todo el mundo con concentraciones en lugares como Nueva York, Londres, Bangalore y San Francisco, así como en grupos más recientes de Pekín y Hyderabad.
Estas reuniones crean un ambiente físico para que los estudiantes se reúnen y participan juntos en el contenido. Las bibliotecas urbanas y universitarias pueden tener un papel futuro en este contexto; de hecho, nada más que su papel histórico en las "ciencias humanas", ahora típicamente aplicadas más a las ciencias exactas y de ingeniería. Las PYMEs y las grandes empresas deberían considerar la posibilidad de organizarlo en sus departamentos de formación o I+D.

9.4.1.3.3. Dónde encontrar tu MOOC

Algunas de las plataformas MOOC más grandes del año 2018 son:

- Coursera (https://www.coursera.org/)
- edX (https://www.edx.org/)
- Udacidad (https://eu.udacity.com/)
- FutureLearn (https://www.futurelearn.com/).

En la tabla MOOCproviders se discute un número de modelos de negocio, gama de precios, ofertas, número de inscripciones, etc. de algunas plataformas MOOC (anno 2014,[Hagel2014] pag. 20).

	Ubicación	Iniciado	Modelo de negocio	Precios de los cursos	Oferta de cursos	Número de estudiantes
Academia Khan	Mountain view, CA	2006	- Sin fines de lucro - Gran cantidad de fondos de fundaciones y donaciones - La misión es proporcionar "una educación gratuita de clase mundial para cualquier persona, en cualquier lugar".	Libre	- Panel de aprendizaje personalizado, más de 100.000 problemas de ejercicio y más de 4.500 microconferencias/tutoriales en vídeo que cubren una amplia gama de temas.	10 millones de estudiantes al mes
Udemy	San Francisco, CA	2010	- iTunes® of instruction" - permite a cualquiera crear y publicar cursos - El autor es propietario de la propiedad intelectual y fija el precio, por supuesto. - Las empresas pueden adquirir Udemy como sistema de aprendizaje para utilizar el contenido disponible o añadir contenido propio.	$0-$399 (precio determinado por el autor del curso)	- 9000 cursos, principalmente programas basados en habilidades para fines profesionales - 5-18 lecciones de duración	1 millón
Coursera	Mountain view, CA	2012	- La mayoría de los cursos son gratuitos - El programa de firma ($100/curso) verifica la identificación del estudiante - Se asocia con universidades y recibe un porcentaje de los ingresos generados por el curso.	Gratis para la mayoría de los cursos 49+ para la opción de verificación de identificación	- Más de 600 cursos académicos ofrecidos: desde informática hasta música, cine y audio. - 5-15 semanas de duración	5,9 millones

Udacidad	Mountain view, CA	2012	- Desarrolla contenido a cambio de una cuota - Comparte los ingresos con sus socios (recientemente se asoció con AT&T y Georgia Tech para ofrecer una maestría completa en ciencias de la computación). - Ofrece acceso a material didáctico gratuito o a un curso completo para una suscripción.	0 ó 150 dólares para crédito universitario con verificación de identidad	- ~30 cursos en total - Todos los sujetos están basados en STEM - Cursos técnicos - 5-16 lecciones largas	1,6 millones
edX	Cambridge, MA	2012	- Fundada como una organización sin fines de lucro - Se asocia con universidades para ofrecer cursos en una plataforma de código abierto - Las universidades pagan una cuota inicial y comparten los ingresos futuros - Programa formal de alianzas para la capacitación corporativa	0 para la mayoría de los cursos Cargo adicional por la opción de verificación de identificación	- Actualmente ~150 cursos ofrecidos en una amplia gama de materias académicas, desde planificación urbana y finanzas hasta la ciencia de la cocina. - 6-12 semanas de duración	1,6 millones
NovoEd	San Francisco, CA	2013	- Capital riesgo con fines de lucro - Se asocia con instituciones y les permite crear su propia marca de comunidad en línea, con NovoEd en segundo plano.	$0-999, dependiendo del curso	- Amplia gama de materias académicas - Se centra en el contenido empresarial - Distintas duraciones de los cursos	170000+

Tab.9.7: Proveedores de MOOC

Hay MOOCs que llevan "Industry 4.0" (casi) directamente en su título, por ejemplo

- Industria 4.0: Cómo Revolucionar su Negocio (https://www.edx.org/course/industry-4-0-how-revolutionize-business-hkpolyux-i4-0x)
- Especialización en Tecnología de Fabricación y Diseño Digital (https://www.coursera.org/specializations/digital-manufacturing-design-technology)

Los temas tratados en "Para qué formarse" se encuentran entre los nuevos temas más importantes de los MOOC. Por lo tanto, para los fundamentos más teóricos de las tecnologías del futuro, hay una amplia gama de opciones y muchas oportunidades.

Como la mayoría de los pasos hacia la Industria Inteligente dependen en gran medida de los cursos de ingeniería y las tecnologías, los ejercicios prácticos y el diseño, y el contacto con el equipo industrial real sigue faltando. Esto se discute brevemente en la siguiente sección.

8.4.2. Formatos para la educación y la formación práctica

La elección del formato de la educación y formación práctica - y también el aprendizaje tradicional previamente discutido, OCW, MOOCs, e-learning en general, etc. - depende en gran medida del público objetivo. Pfeiffer[Pfeiffer2015] presenta un estudio detallado de los efectos, requisitos y perspectivas de la formación inicial y continua (educación y formación profesional), incluido el aprendizaje permanente para funciones profesionales en Austria. La formación en el puesto de trabajo -como parte del aprendizaje a lo largo de toda la vida- y el aprendizaje a largo plazo -durante la educación inicial- son prácticas habituales de la formación, por ejemplo, en Alemania y Austria.

Para cursos y formación más teóricos, el método preferido para el nivel profesional es la enseñanza presencial tradicional con mucha interacción entre el profesor y el alumno. Lo mismo se aplica al nivel maestro, con una tendencia a utilizar también OCW o MOOC.

Como los temas típicos de la Industria Inteligente son STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas), lo que requiere muchos ejercicios, sesiones prácticas y trabajo en proyectos, enumeramos algunas opciones:

- Períodos de prácticas de larga duración durante la formación profesional inicial.
- La formación en el puesto de trabajo - una vez en el trabajo - es adecuada para cursos cortos, familiarización con nuevos equipos y herramientas web, etc. Es adecuado para todos los niveles (Fig. OTJ).
- Los cursos prácticos y los experimentos de laboratorio sobre nuevas tecnologías se imparten de muchas maneras:
    - Los departamentos de formación internos, normalmente en grandes empresas, o las "universidades" de las empresas (por ejemplo, la Universidad de ArcelorMittal) ofrecen cursos y cursos prácticos, a veces in situ y a veces en estrecha colaboración con socios locales en el ámbito de la educación o con universidades.
    - Las empresas privadas (por ejemplo, ATS (NL, BE) y las organizaciones profesionales (por ejemplo, VDMA, ie-net, etc.) ofrecen sesiones de formación, que a menudo dependen de los proveedores.
    - Como difusión o producto real, los proyectos de investigación de la UE y nacionales ofrecen a veces cursos prácticos gratuitos sobre los resultados de la investigación o sobre los demostradores diseñados durante el proyecto. Por ejemplo, el proyecto i-MOCCA Interreg 2 Seas alcanzó en 3 años en Flandes a más de 250 empresas: Más de 750 ingenieros asistieron a cursos prácticos de media jornada a 4 días[Knockaert2014].
- Uso de la realidad aumentada y la realidad virtual. Por ejemplo..: Practeria - una empresa con sede en el Reino Unido - ofrece una combinación de experiencia virtual, contenido multimedia y entrenamiento experto para capacitar a operadores CNC (Fig. VRAR) (Practeria: www.practeria.co.uk).
- Uso de la "gamificación" como entrenamiento en el trabajo. Por ejemplo, Accenture utiliza la realidad virtual como "juego" de la formación en el trabajo, haciéndola más realista y desafiante que los "serious games".
- Las fábricas de aprendizaje no sólo pueden utilizarse para la investigación multidisciplinar y la innovación abierta, sino también para la formación. Esta formación puede consistir en habilidades técnicas, habilidades de transformación (por ejemplo, proponer y realizar cambios en todas las etapas del sistema de producción; aprender a adaptar los principios de transformación en sus plantas de producción) o incluso habilidades sociales (por ejemplo, trabajo en equipo, transferencia de conocimientos, adquisición de conocimientos, colaboración para la sincronización de procesos y fechas de entrega y para el análisis de defectos).

Fig.9.5: VRAR: Realidad virtual para el entrenamiento CNC y realidad aumentada para el entrenamiento en robótica.

Fig. 9.6:: Formación en el puesto de trabajo en mantenimiento de células de fabricación.

8.4.3. Claves para el éxito / trampas

Cómo encontrar las claves del éxito en la "satisfacción del alumno" y la "transferencia del aprendizaje": Preparar a los alumnos para el aprendizaje electrónico mediante el fortalecimiento de la autoeficacia informática y tecnológica, y poner en práctica los nuevos conocimientos adquiridos.

En un excelente estudio, Charlotte Gunawardena et al.[Gunawardena2010] describe los principales puntos de atención para los programas de educación corporativa on-line, con el fin de lograr el éxito tanto en la "satisfacción del estudiante" como en la "transferencia del aprendizaje". Este estudio bien documentado señala que para la satisfacción de los alumnos, la "autoeficacia on-line[2]" es, con mucho, el factor más determinante. De importancia secundaria -algunos de los cuales casi no influyen en la satisfacción de los alumnos- son el diseño del curso (véanse los párrafos sobre MOOC) y, por ejemplo, el curso de RV sobre CNC (párrafo anterior), la interacción alumno-aprendizaje-aprendiz y la interacción alumno-instructor. De estas últimas, la interacción alumno-alumno se evalúa como la menos importante.

Para una transferencia eficiente del aprendizaje/conocimiento, el apoyo colegiado (aceptando implementar las nuevas cosas aprendidas) y el apoyo organizacional (recursos y carga de trabajo adecuada) son los más importantes. El apoyo de los directivos y los incentivos organizacionales influyen menos (variando o no).

[2] La confianza y los conocimientos previos del alumno -principalmente en herramientas informáticas y de software- en el uso de la tecnología para participar en la formación.

Referencias

[Industry4.0_2018] https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0 last visited March 2018.

[Smit2016] "Industry 4.0 – Study for the ITRE Committee"; report for the "Industry, Research and Energy" Policy Department of the European Parliament, IP/A/ITRE/2015-02, 2016. Jan SMIT, Stephan KREUTZER, Carolin MOELLER, Malin CARLBERG.

[Rojko2017] "Industry 4.0 Concept: Background and Overview"; International Journal of Information Management (iJIM), Vol. 11, No. 5, 2017. Andreja Rojko.

[Xiaomin2017] **"**A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0"; Wireless Networks; New York Vol. 23, Iss. 1, (Jan 2017): 23-41. Li, Xiaomin; Li, Di; Wan, Jiafu; Vasilakos, Athanasios V; Lai, Chin-feng; et al.

[RolandBerger2016] "Industry 4.0 – Challenge for the F&B industry in Greece, advantage or competitive disadvantage?"; presentation on Siemens F&B Day Greece 2016.

[Pfeiffer2016VDMA] "Industrie 4.0 - Qualification 2025 (management summary)"; VDMA, Frankfurt am Main, 2016. S. Pfeiffer, H. Lee, C. Zirnig, A. Suphan.

[Pfeiffer2015] "Effects of Industry 4.0 on vocational education and training"; report for Austrian Academy of Sciences. Institute of Technology Assessment (ITA), Vienna, Austria, 2015. ISSN: 1681-9187. Sabine Pfeiffer (Ed.).

[Schallock2018] **"**Learning Factory for Industry 4.0 to provide future skills beyond technical training"; Procedia Manufac.uring, 2018, Vol.23, pp.27-32. Schallock, Burkhard ; Rybski, Christoffer ; Jochem, Roland; Kohl, Holger.

[Russmann2015] "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries"; internal report, 2015, http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_Industry.4.0_2015.pdf . Last visited March 2018. Michael Rüßmann, Markus Lorenz, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, and Michael Harnisch.

[onlinelearning2018] https://en.wikipedia.org/wiki/Online_learning

[elearningindustry2018] "Traditional learning vs. on-line learning: differences, advantages and disadvantages" https://elearningindustry.com/traditional-learning-vs-online-learning
https://elearningindustry.com/articles

[elearningtheory2018] https://en.wikipedia.org/wiki/E-learning_(theory)

[syn_asyn_2018] https://www.easy-lms.com/help/lms-knowledge-center/synchronous-vs-asynchronous-learning/item10387

[MOOC2018] https://en.wikipedia.org/wiki/Massive_open_online_course

[MOOCplatforms2018] (https://www.reviews.com/mooc-platforms/)

[MOOCsstartedfree] (https://www.class-central.com/report/moocs-started-completely-free-now/)

[MOOCoverview2018] (https://www.class-central.com/).

[Hagel2014] "The lifetime learner – A journey through the future of postsecondary education"; Deloitte University Press, 2014. John Hagel III et. Al. Deloitte_DUP-952_Lifetime-learner_vFINAL.pdf

[Knockaert2014] "Industry and engineering education interacting in an interregional project – a Flanders' perspective", SEFI 2014, Sep. 15-19, Birmingham (UK). Jos Knockaert, Geert De Lepeleer, Tony Stevens, Philippe Saey.

[Gunawardena2010] "Predictors of Learner Satisfaction and Transfer of Learning in a Corporate On-line Education Program"; American Journal of Distance Education, 2010, 24:4, pag. 207-226. DOI: 10.1080/08923647.2010.522919 . Charlotte N. Gunawardena , Jennifer A. Linder-VanBerschot , Deborah K. LaPointe & Lalita Rao.

[Palgrave2017] "The Palgrave Handbook of Continuous Business Transformation"; H. Ellermann, P. Kreutter, W. Messner. MacMillan 2017, ISBN 978-1-137-60228-2 .

[Qual_skils2015] "Industry 4.0, A discussion of Qualifications and Skills in the factory of the future: A German and American perspective". VDI and ASME report, April 2015. http://m.vdi.eu/fileadmin/vdi_de/redakteur/karriere_bilder/VDI-ASME__2015__White_Paper_final.pdf)

9. Bibliografía

Anderl, R., Eigner, M., Sendler, U., & Stark, R. (2012). *Smart Engineering: Interdisziplinäre Produktentstehung*. Springer-Verlag.

Angoso-Gonzalez, J., Betz Beylat, J., Gyorkos, J., Curley, M., Pegman, G., Helberger, N., … Lehrmann-Madsen, O. (2014). Internet of Things ¬– The next revolution. A strategic reflection about an European approach to Internet of Things,. Retrieved April 9, 2018, from http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=17867&no=1

Annunziata, M. (2014a). Annunziata, M. The Value of Interconnectedness: Toward a new kind of industrial company. Retrieved April 4, 2018, from http://files.gecompany.com/gereports/MMWhitePaper2.pdf

Annunziata, M. (2014b). The Value of Interconnectedness: Toward a new kind of industrial company. Retrieved April 4, 2018, from http://files.gecompany.com/gereports/MMWhitePaper2.pdf

Arntz, M. (2016). *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*.

Bauernhansl, T., ten Hompel, M., & Vogel-Heuser, B. (2014). *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung · Technologien · Migration*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

Bauer, W., & Horváth, P. (2015). Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. *Controlling*, *27*(8-9), 515–517.

Baun, C., Kunze, M., Nimis, J., & Tai, S. (2011). *Cloud Computing*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Becker, H. P., Himpel, F., & Kuß, A. (2004). *Gablers Wirtschaftswissen für Praktiker: Zuverlässige Orientierung in allen kaufmännischen Fragen*. Springer-Verlag.

Berger, R. (2018). Industry 4.0 – Challenge for the F&B industry in Greece, advantage or competitive disadvantage? ; presentation on Siemens F&B Day Greece 2016. Presented at the Siemens F&B Day Greece, Greece.

Biesel, H., & Hame, H. (2018). *Vertrieb und Marketing in der Digitalen Welt. So schaffen Unternehmen die Business Transformation in der Praxis*. Springer Gabler, Wiesbaden.

Bonin H, G. (2015). Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. Retrieved 2015, from https://paperpile.com/app/p/e555d397-6737-0337-bb7c-e9bfda38b3df

Borgmeier, A., Grohmann, A., & Gross, S. F. (2017a). *Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices: Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Borgmeier, A., Grohmann, A., & Gross, S. F. (2017b). *Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices: Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Borgmeier, A., Grohmann, A., & Gross, S. F. (2017c). *Smart Services und Internet der Dinge: Geschäftsmodelle, Umsetzung und Best Practices: Industrie 4.0, Internet of Things (IoT), Machine-to-Machine, Big Data, Augmented Reality Technologie*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Bousonville, T. (2016). *Logistik 4.0: Die digitale Transformation der Wertschöpfungskette*. Springer-Verlag.

Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *World Academy of Science, Engineering and TEchnology*, *8*(1). Retrieved from https://waset.org/publications/9997144/how-virtualization-decentralization-and-network-building-change-the-manufacturing-landscape-an-industry-4.0-perspective

Bruce, A., & Jeromin, C. (2016). *Agile Markenführung Wie Sie Ihre Marke stark machen für dynamische Märkte* (pp. 61–122). Springer Gabler, Wiesbaden.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.

Burghardt, M. (2018). *Projektmanagement: Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Projekten*. John Wiley & Sons.

Cadac Group-Create, manage, & Information, S. D. (2017). Wat is Configure to Order? De voordelen van CTO - Cadac Group. Retrieved April 4, 2018, from https://www.cadac.com/nieuws/wat-is-configure-to-order-cto/

Cernavin, O., Schröter, W., & Stowasser, S. (2017). *Prävention 4.0: Analysen und Handlungsempfehlungen für eine produktive und gesunde Arbeit 4.0*. Springer-Verlag.

Chesbrough, H. (2002). The role of the business model in capturing value from innovation: evidence from Xerox Corporation's technology spin-off companies. *Industrial and Corporate Change*, *11*(3), 529–555.

Christian Arnold, D. K. (n.d.). How Industry 4.0 changes business models in different manufacturing industries. Porto, Portugal: International Society for Professionl Innovation Management (ISPIM).

Compagnucci, S., Della Porta, M. R., Marcotullio, G., & Massaro, G. (2016). Internet of Things & 5G Revolution. The Highway for the future of EU Services and Industry: Energy, Healthcare and manufacturing,. Retrieved April 9, 2018, from http://www.astrid-online.it/static/upload/stud/studio-i-com_internet_5g_.pdf

Cooper, R. G. (1980). *Project NewProd: What Makes a New Product a Winner? : an Empirical Study of Successful Versus Unsuccessful Industrial Product Innovation*. Quebec Industrial Innovation Centre = Centre québécois d'innovation industrielle.

Courtney, H., Kirkland, J., & Viguerie, P. (1997). Strategy under uncertainty. *Harvard Business Review*, *75*(6), 66–79.

Cyber-Physical Systems (CPS) (nsf10515). (2010, March 11). Retrieved July 23, 2018, from https://www.nsf.gov/pubs/2010/nsf10515/nsf10515.htm

Davies R, C. (2017). Review of Socio-technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, *11*, 1288–1295.

Deges, F. (2017a). *Retourenmanagement im Online-Handel: Kundenverhalten beeinflussen und Kosten senken*. Springer-Verlag.

Deges, F. (2017b). *Retourenmanagement im Online-Handel: Kundenverhalten beeinflussen und Kosten*

senken. Springer-Verlag.

Delaney, K. J. (2017). The robot that takes your job should pay taxes, says Bill Gates. Retrieved from https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes/

Deloitte. (2017a). Industry 4.0 engages customers. Retrieved April 22, 2018, from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/cip/deloitte-cn-cip-industry-4-0-engages-customer-en-170224.pdf

Deloitte. (2017b). Industry 4.0 engages customers. Retrieved April 22, 2018, from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/cip/deloitte-cn-cip-industry-4-0-engages-customer-en-170224.pdf

Delvaux, M. (2017). Rise of the robots: Mady Delvaux on why their use should be regulated. Retrieved from http://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20170109STO57505/rise-of-the-robots-mady-delvaux-on-why-their-use-should-be-regulated

Dengel, A. (2011a). Künstliche Intelligenz in Anwendungen. *KI - Künstliche Intelligenz*, *25*(4), 317–319.

Dengel, A. (2011b). Künstliche Intelligenz in Anwendungen. *KI - Künstliche Intelligenz*, *25*(4), 317–319.

Design, 2018. https://ecapo.wordpress.com/tag/design-thinking. Accessed Nov.24 2018Design thinking, 2018. https://www.interaction-design.org/literature/article/design-thinking-getting-started-with-empathy. Accessed Nov.26 2018.

Design thinking-wiki, 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Design_thinking. Accessed Nov.24 2018.

Digital Genius. (2017). Retrieved January 10, 2018, from https://www.telekom.com/en/company/details/digital-genius-363578

Digital Marketing Definition. (2018). Retrieved August 8, 2018, from http://lexicon.ft.com/Term?term=digital-marketing

Dumitrascu, A.-E., & Nedelcu, A. (2012). Project Costs and Risks Estimation Regarding Quality Management System Implementation. In *Total Quality Management and Six Sigma*.

Eibl, M., Gaedke, M., & Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) Gesellschaft für Informatik e. V. (GI) Bonn.

(2017). *GI Edition Proceedings Band 275 INFORMATIK 2017: 25.- 29. September 2017 Chemnitz, Deutschland*. Gesellschaft für Informatik e.V. (GI).

Eidodata, G. (n.d.-a). EIDOdata. Retrieved April 22, 2018, from http://www.eidodata.de/produkte

Eidodata, G. (n.d.-b). EIDOdata. Retrieved April 22, 2018, from http://www.eidodata.de/produkte

Emmrich V, Döbele M, Bauernhansl T, Paulus-Rohmer D, Schatz A, Weskamp M. (2015). Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0: Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau. Retrieved from http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-3397337.pdf

Empathy methods, 2018. https://webdesign.tutsplus.com/articles/techniques-of-empathy-interviews-in-design-thinking--cms-31219. Accessed Nov.24 2018.

European Commission. (2016). Digitising European Industry reaping the full benefits of a digital Single Market. Retrieved 2016, from https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-digitising-european-industry-reaping-full-benefits-digital-single-market

European Commission. (2017). BUILDING A EUROPEAN DATA ECONOMY. Retrieved 2017, from https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2017%3A9%3AFIN

European Commission. (2018). *Capitalising on the benefits of the 4th industrial revolution*. European Commission.

Fitzgerald, J., Larsen, P. G., & Verhoef, M. (2014). *Collaborative Design for Embedded Systems: Co-modelling and Co-simulation*. Heidelberg: Springer.

Fleisch, E., Weinberger, M., & Wortmann, F. (2014). Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. *HMD Praxis Der Wirtschaftsinformatik*, *51*(6), 812–826.

Foidl, H., & Felderer, M. (2016). Research Challenges of Industry 4.0 for Quality Management. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (pp. 121–137).

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, *114*(C), 254–280.

Friedewald, M., Raabe, O., Georgieff, P., Koch, D. J., & Neuhäusler, P. (2010a). *Ubiquitäres Computing*.

Friedewald, M., Raabe, O., Georgieff, P., Koch, D. J., & Neuhäusler, P. (2010b). *Ubiquitäres Computing*.

Gandomi, A., & Haider, M. (2015). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, *35*(2), 137–144.

Geertsma, P. (n.d.). Wat is een interface en waarvoor wordt een interface gebruikt? | TechnischWerken. Retrieved April 4, 2018, from http://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/wat-is-een-interface-en-waarvoor-wordt-een-interface-gebruikt/

Geisberger, E., & Broy, M. (2012a). *agendaCPS: Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems*. Springer-Verlag.

Geisberger, E., & Broy, M. (2012b). Cyber-Physical Systems: Visionen, Charakteristika und Neue Fähigkeiten. In *acatech STUDIE* (pp. 29–68).

Geisberger, E., & Broy, M. (2012c). Cyber-Physical Systems: Visionen, Charakteristika und Neue Fähigkeiten. In *acatech STUDIE* (pp. 29–68).

Gleich, W. M. (2015). *Vergeltung für Wettbewerbsangriffe auf den Kernmarkt*.

Graetz G, M. G. (2015). Robots at work: the impact on productivity and jobs. Retrieved 2015, from http://cep.lse.ac.uk/pubs/download/cp447.pdf

Grote, K.-H., Engelmann, F., Beitz, W., Syrbe, M., Beyerer, J., & Spur, G. (2014). *Das Ingenieurwissen: Entwicklung, Konstruktion und Produktion*. Springer-Verlag.

Grundig, C.-G. (2018). *Fabrikplanung: Planungssystematik - Methoden - Anwendungen*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Guido Lobrano, Patrick Grant, Dr Heiko Willems, Dr Peter Bräutigam, Christiane Hinerasky. (2017). Legal issues of digitalisation in Europe - BusinessEurope. Retrieved 2017, from https://www.businesseurope.eu/sites/buseur/files/media/reports_and_studies/2017-09-29_legal_issues_of_digitalisation_in_europe.pdf

Hecklau F, Galeitzke M, Flachs S, Kohl H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. Retrieved 2016, from https://fardapaper.ir/mohavaha/uploads/2017/11/Holistic-approach-for-human-resource-management-in-Industry.pdf

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016a). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In *2016 49th*

Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). https://doi.org/10.1109/hicss.2016.488

Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016b). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. In *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. https://doi.org/10.1109/hicss.2016.488

Herrmann, N., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. Presented at the Hawaii International Conference on System Sciencea (HICSS), Kauai, Hawaii, U.S.A.: University of Hawaii at Manoa, Association for Information Systems IEEE Computer Society Press.

Horvath, S. (2012). Aktueller Begriff. Internet der Dinge. Retrieved April 9, 2018, from https://www.bundestag.de/blob/192512/cfa9e76cdcf46f34a941298efa7e85c9/internet_der_dinge-data.pdf

Huber, R. (1985). *Überwindung der strategischen Diskrepanz und Operationalisierung der entwickelten Strategie*.

Ibarra, D., Igartua, J. I., & Ganzarain, J. (2017). BUSINESS MODEL INNOVATION IN INDUSTRY 4.0: THE CASE OF A UNIVERSITY-INDUSTRY EXPERIENCE IN SMES. In *INTED2017 Proceedings*. https://doi.org/10.21125/inted.2017.1374

Industry 4.0: Building the digital enterprise. (2016). Retrieved April 4, 2018, from https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

ITU. (2017). Internet of Things Global Standards Initiative. Retrieved April 9, 2018, from http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx

Jara, A. J., Parra, M. C., & Skarmeta, A. F. (2012). Marketing 4.0: A New Value Added to the Marketing through the Internet of Things. In *2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing* (pp. 852–857). ieeexplore.ieee.org.

Karnouskos, S. (2011). Cyber-Physical Systems in the SmartGrid. In *2011 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics* (pp. 20–23).

Katal, A., Wazid, M., & Goudar, R. H. (2013). Big data: Issues, challenges, tools and Good practices. In *2013 Sixth International Conference on Contemporary Computing (IC3)* (pp. 404–409). Noida, India: IEEE.

Kern, C. (2006). *Anwendung von RFID-Systemen*. Springer Science & Business Media.

Khan A, T. K. (2016). A Survey of Current Challenges in Manufacturing Industry. *Springer*. Retrieved from https://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloaddocument/9783319336084-c2.pdf?SGWID=0-0-45-1564143-p179960859

Knowledge Alliance for Upskilling Europe's SMEs to Meet the Challenges of Smart Engineering. (2018). *Learning and Business Consultant Needs Of Europe's SMEs in Smart Engineering* (No. 1). Retrieved from http://smeart.eu/en/results/learning-and-business-consulting-needs/SMEART-Needs-of-engineering-SMEs.pdf

Košmrlj, K., Širok, K., & Likar, B. (2015). *The Art of Managing Innovation Problems and Opportunities*.

Kotler, P. (2016, December 9). Weekend Reading: "Marketing 4.0" by Philip Kotler | Marketing Insider Group. Retrieved August 8, 2018, from https://marketinginsidergroup.com/strategy/marketing-4-0-philip-kotler/

Kotler, P., Kartajaya, H., & Setiawan, I. (2010). *Die neue Dimension des Marketings: Vom Kunden zum Menschen*. Campus Verlag.

Kouiss, K., Pierreval, H., & Mebarki, N. (1997a). Using multi-agent architecture in FMS for dynamic scheduling. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *8*(1), 41–47.

Kouiss, K., Pierreval, H., & Mebarki, N. (1997b). Using multi-agent architecture in FMS for dynamic scheduling. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *8*(1), 41–47.

KPMG. (2016). The factory of the future. Industry 4.0 – The challenges of tomorrow and the solutions for tomorrow. Retrieved from https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/es/pdf/2017/06/the-factory-of-the-future.pdf

Kreutzer, R. T. (2013). *Praxisorientiertes Online-Marketing | SpringerLink* (Vol. 3.). Springer Gabler, Wiesbaden.

Kumar, E. (2008). *Artificial Intelligence*. I. K. International Pvt Ltd.

Kwakman, F. E., Rudolph Johannes Antonius, Smeulders, R., & Moerman, J. (2017). *Groot innovatie modellenboek: 47 innovatiemodellen voor het versterken van ondernemerschap bij bedrijfsleven en overheid*.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014a). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, *6*(4), 239–242.

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014b). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, *6*(4), 239–242.

Lauer, T. (2014). *Change Management: Grundlagen und Erfolgsfaktoren*. Springer-Verlag.

Lewin, K. (1947). Frontiers in Group Dynamics: Concept, Method and Reality in Social Science; Social Equilibria and Social Change. *Human Relations; Studies towards the Integration of the Social Sciences*, *1*(1), 5–41.

Lies, J. (2017). *Die Digitalisierung der Kommunikation im Mittelstand*. Springer Gabler, Wiesbaden.

Likar, B., & Fatur, P. (2007). *Managing innovation and R&D processes in EU environment*. Korona plus-Institute for Innovation and Technology. https://www.researchgate.net/publication/283463535_Managing_Innovation_and_RD_Processes_in_EU_Environment

Likar, B., Fatur, P., Mrgole, U., Chovan, C., Kullbjer, A., Medova, S., … Petrov, V. (2013). *Innovation Management*. (B. Likar, P. Fatur, & U. Mrgole, Eds.). · https://www.researchgate.net/publication/292127499_Innovation_management

: Korona plus d.o.o., Institute for Innovation and Technology, Slovenia.

Li, S., & Lin, B. (2006). Accessing information sharing and information quality in supply chain management. *Decision Support Systems*, *42*(3), 1641–1656.

Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A Theory of Goal Setting & Task Performance*.

Lubiewa-Wielezynsk, P. A. (n.d.). Innovation: What is Open Innovation? Retrieved November 30, 2018, from https://www.eoi.es/blogs/piotradamlubiewa/2012/02/07/innovation-what-is-open-innovation/

Man, J. C. de, de Man, J. C., & Strandhagen, J. O. (2017). An Industry 4.0 Research Agenda for Sustainable Business Models. *Procedia CIRP*, *63*, 721–726.

Martin. (2017). Industry 4.0: Definition, Design Principles, Challenges, and the Future of Employment. Retrieved 2017, from https://www.cleverism.com/industry-4-0/

Mattern, F., & Flörkemeier, C. (2010a). Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. *Informatik-Spektrum*, *33*(2), 107–121.

Mattern, & Flörkemeier. (2010b). Die technische Basis für das Internet der Dinge. *Informatik Spektrum*, (33), 107–121.

Mattern, & Flörkemeier. (2010c). Die technische Basis für das Internet der Dinge. *Informatik Spektrum*, (33), 107–121.

Matthyssens, P., & Vandenbempt, K. (2010). Service addition as business market strategy: identification of transition trajectories. *Journal of Service Management*, *21*(5), 693–714.

Meier, C. (2011). *Time-cost Tradeoffs in Product Development Processes*.

Melnik, V. (2017, January 10). SEO: Die 37 wichtigsten Rankingfaktoren. Retrieved August 8, 2018, from https://www.chimpify.de/marketing/rankingfaktoren/

Mettler, T., & Rohner, P. (2009). Situational maturity models as instrumental artifacts for organizational design. In *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology - DESRIST '09*. https://doi.org/10.1145/1555619.1555649

Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, *56*(3), 1118–1136.

Mollemeier, A. (1997). Produktionsplanung und -steuerung bei getakteter Variantenfließfertigung. In *Integrierte Steuerung getakteter Variantenfließlinien* (pp. 3–27).

Monostori, L., Váncza, J., & Kumara, S. R. T. (2006a). Agent-Based Systems for Manufacturing. *CIRP Annals*, *55*(2), 697–720.

Monostori, L., Váncza, J., & Kumara, S. R. T. (2006b). Agent-Based Systems for Manufacturing. *CIRP*

Annals, *55*(2), 697–720.

Müller, J. M., Maier, L., Veile, J., & Voigt, K.-I. (2017). *Cooperation Strategies Among SMEs for Implementing Industry 4.0*.

Nicolai, C. (2017). *Betriebliche Organisation*. UTB.

Nnorom, I. C., & Osibanjo, O. (2008). Overview of electronic waste (e-waste) management practices and legislations, and their poor applications in the developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, *52*(6), 843–858.

Nordhaus, W. D. (2015). Are We Approaching an Economic Singularity? Information Technology and the Future of Economic Growth. Retrieved 2015, from http://www.nber.org/papers/w21547.pdf

[No title]. (n.d.-a). Retrieved April 4, 2018, from https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

[No title]. (n.d.-b). Retrieved August 6, 2018, from https://www.kvk.nl/download/Go%20Smart%20Industry%20-%20publicatie%20-%20Kamer%20van%20Koophandel_tcm109-404207.pdf

[No title]. (n.d.-c). Retrieved July 11, 2018, from https://www.smartindustry.nl/wp-content/uploads/2018/02/SI-implementatieagenda-2018-DEF-LR.compressed.pdf

[No title]. (n.d.-d). Retrieved August 6, 2018, from https://www.smartindustry.nl/wp-content/uploads/2018/02/SI-implementatieagenda-2018-DEF-LR.compressed.pdf

[No title]. (n.d.-e). Retrieved August 7, 2018, from https://www.pwc.com/id/en/CIPS/assets/industry-4.0-building-your-digital-enterprise.pdf

Ohlhorst, F. J. (2012). *Big Data Analytics: Turning Big Data into Big Money*. Wiley.

Ohmae, K. (1982). The strategic triangle: A new perspective on business unit strategy. *European Management Journal*, *1*(1), 38–48.

Open_innovation, 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Open_innovation. Accessed Nov.26 2018.

Operational Excellence is uit – CEX is in - Logistiek. (n.d.). Retrieved April 4, 2018, from http://www.logistiek.nl/supply-chain/blog/2017/6/operational-excellence-uit-cex-101156530

Osterwalder. (2013). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers with Wlyetxc Set*.

Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*. Campus Verlag.

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., & Smith, A. (2015). *Value Proposition Design*. Campus Verlag.

Parasam. (2016, May 19). IoT (Internet of Things): A Short Series of Observations: Sensors, Actuators & Infrastructure. Retrieved April 9, 2018, from https://parasam.me/2016/05/19/iot-internet-of-things-a-short-series-of-observations-pt-2-sensors-actuators-infrastructure/

Partners, A. S. (February 1., 2018). *EU Compass for Smart Engineering Initiatives and Policies*. SMEaRT.

Plattform Industrie 4.0. (2018, April 9). Retrieved April 9, 2018, from https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html

Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Free Press.

Porter, M. E. (1996). *What is Strategy?*

Project RockEU. (2016). Retrieved 2016, from https://eu-robotics.net/eurobotics/about/projects/2013-2016-rockeu.html

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*, *1*(1), 51–59.

PWC. (2014). Industry 4.0: opportunities and challenges of the industrial internet. Retrieved from https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf

PWC. (2016a). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved April 4, 2018, from https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

PWC. (2016b). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved April 4, 2018, from https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

PWC. (2016c). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved April 4, 2018, from

https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

Rad, C.-R., Hancu, O., Takacs, I.-A., & Olteanu, G. (2015). Smart Monitoring of Potato Crop. A Cyber-Physical System Architecture Model in the Field of Precision Agriculture. In *Conference Agriculture for Life* (pp. 73–79).

Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M., & Madsen, E. S. (2014). The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. *Procedia Engineering*, *69*, 1184–1190.

Raps, A. (2017). *Erfolgsfaktoren der Strategieimplementierung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Raymundo, O. (2014, October 28). Richard Branson: Companies Should Put Employees First. Retrieved August 6, 2018, from https://www.inc.com/oscar-raymundo/richard-branson-companies-should-put-employees-first.html

Reinhart, G. (2017). *Handbuch Industrie 4.0: Geschäftsmodelle, Prozesse, Technik*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Richardson, J. E. (2005). The Business Model: An Integrative Framework for Strategy Execution. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.932998

Richter, D. (2017, November 15). ROPO-Kaufverhalten: Recherche online – kaufen offline - Hyper Local Marketing. Retrieved August 29, 2018, from http://www.local-marketing.news/ropo-kaufverhalten-recherche-online-kaufen-offline/

Rizk, A. (2016). Industry 4.0: the urgency of data standardization. Retrieved 2016, from https://www.manufacturingglobal.com/lean-manufacturing/industry-40-urgency-data-standardisation

Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Information Management*, *11*(5).

Roth, A. (2016a). *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis*. Springer-Verlag.

Roth, A. (2016b). *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0: Grundlagen, Vorgehensmodell und Use*

Cases aus der Praxis. Springer-Verlag.

Russell, S. J., Russell, S. J., & Norvig, P. (2010). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall.

Sandhusen, R. (2000). *Marketing*. Barron's Educational Series.

Schallmo, D. R. A. (2016). *Jetzt digital transformieren: So gelingt die erfolgreiche Digitale Transformation Ihres Geschäftsmodells*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

Schebek, L., Kannengießer, J., & Campitelli, A. (2017a). *Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0: Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes*.

Schebek, L., Kannengießer, J., & Campitelli, A. (2017b). *Ressourceneffizienz durch Industrie 4.0: Potenziale für KMU des verarbeitenden Gewerbes*.

Schneider, P. (2016). Welche Auswirkungen hat Industrie 4.0 auf KMU? Das Geschäftsmodell als Analyseinstrument. *ZfKE – Zeitschrift Für KMU Und Entrepreneurship*, *64*(4), 253–279.

Schober, P. et all, 2015. http://2inno.eu/en

Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2016). A Maturity Model for Assessing Industry 4.0 Readiness and Maturity of Manufacturing Enterprises. *Procedia CIRP*, *52*, 161–166.

Shemwell, D. J., Yavas, U., & Bilgin, Z. (1998). Customer-service provider relationships: an empirical test of a model of service quality, satisfaction and relationship-oriented outcomes. *International Journal of Service Industry Management*, *9*(2), 155–168.

Siebe, A. (2018). *Die Zukunft vorausdenken und gestalten: Stärkung der Strategiekompetenz im Spitzencluster it's OWL*. Springer-Verlag.

SI Implementatieagenda 2018, NL. (n.d.). Retrieved July 11, 2018, from https://www.smartindustry.nl/wp-content/uploads/2018/02/SI-implementatieagenda-2018-DEF-LR.compressed.pdf

Smart Industry heeft als ambitie dat Nederland in 2021 het meest flexibele en het beste digitaal verbonden productienetwerk van Europa heeft. - Smart Industry. (2018a). Retrieved April 4, 2018, from https://www.smartindustry.nl/

Smart Industry heeft als ambitie dat Nederland in 2021 het meest flexibele en het beste digitaal verbonden productienetwerk van Europa heeft. - Smart Industry. (2018b). Retrieved April 4, 2018, from

https://www.smartindustry.nl/

Smart Systems. (n.d.). Retrieved April 9, 2018, from https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_system

Smit, J., Kreutzer, S., Moeller, C., & Carlberg, M. (2016). *Industry 4.0 – Study for the ITRE Committee* (No. IP/A/ITRE/2015-02). Policy Department of the European Parliament.

Song, H., Fink, G. A., & Jeschke, S. (2017a). *Security and Privacy in Cyber-Physical Systems: Foundations, Principles, and Applications*. John Wiley & Sons.

Song, H., Fink, G. A., & Jeschke, S. (2017b). *Security and Privacy in Cyber-Physical Systems: Foundations, Principles, and Applications*. John Wiley & Sons.

Stehr, C., & Struve, F. (2017). CSR und Marketing. In C. Stehr & F. Struve (Eds.), *CSR und Marketing. Nachhaltigkeit und Verantwortung richtig kommunizieren* (pp. 3–11). Springer Gabler, Berlin, Heidelberg.

Stepponat, M. (2018). *Entwicklung und Test einer Internet of Things-Anwendung: Erfassung und Analyse von Bilddaten* (Bachelor of Art). (M. Leisenberg, Ed.). FHM Bielefeld.

Stewart, D. W., & Zhao, Q. (2000). Internet Marketing, Business Models, and Public Policy. *Journal of Public Policy & Marketing*, *19*(2), 287–296.

Strassner, M. (2005). *RFID im Supply Chain Management: Auswirkungen und Handlungsempfehlungen am Beispiel der Automobilindustrie*. Deutscher Universitätsverlag.

Stubbs, W., & Cocklin, C. (2008). Conceptualizing a “Sustainability Business Model.” *Organization & Environment*, *21*(2), 103–127.

Symonds, M. (2018). Why tech is the bright future for business schools. *Forbes*. Retrieved from https://www.forbes.com/sites/mattsymonds/2018/02/28/why-technology-is-the-bright-future-for-business-schools/#743839381054

Talk:Henry Ford - Wikiquote. (n.d.). Retrieved August 6, 2018, from https://en.wikiquote.org/wiki/Talk:Henry_Ford#%22If_I%E2%80%99d_asked_people_what_they_wanted,_they_would_have_asked_for_a_better_horse%22

The Triple-A Supply Chain. (2004, October 1). Retrieved August 7, 2018, from https://hbr.org/2004/10/the-

triple-a-supply-chain

Toffler, A. (1983). *Die dritte Welle, Zukunftschance: Perspektiven für des 21. Jahrhunderts* (Vol. 21). Goldman, München.

Tupa, J., Simota, J., & Steiner, F. (2017). Aspects of Risk Management Implementation for Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, *11*, 1223–1230.

University of Duisburg. (2018, June 1). Smart Engineering https://www.uni-due.de/iw/en/research/psp3.php. Retrieved February 4, 2018, from https://www.uni-due.de/iw/en/research/psp3.php

US Dpt. of Agriculture University. (2016). Differences Between Coaching, Counseling, Managing, Mentoring, Consulting and Training. Retrieved April 13, 2018, from https://www.dm.usda.gov/employ/vu/coaching-diff.htm

van Ede, J. (2017a, August 30). Smart Industry: Introductie. Retrieved April 4, 2018, from https://www.procesverbeteren.nl/smart_industry/Smart_Industry_Introductie.php

van Ede, J. (2017b, August 30). Smart Industry: Introductie. Retrieved April 4, 2018, from https://www.procesverbeteren.nl/smart_industry/Smart_Industry_Introductie.php

van Looy, B., Gemmel, P., & Dierdonck, R. (2003). *Services Management: An Integrated Approach*. Pearson Education.

Vikram, A. (2016, September 10). The rise of PROsumers (And what it means for CONsumer companies). Retrieved August 8, 2018, from https://medium.com/@aditya.vikram/the-rise-of-prosumers-and-what-it-means-for-consumer-companies-26d408325934

Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T., & ten Hompel, M. (2016a). *Handbuch Industrie 4.0 Bd.1: Produktion*. Springer-Verlag.

Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T., & ten Hompel, M. (2016b). *Handbuch Industrie 4.0 Bd.1: Produktion*. Springer-Verlag.

Vogt, A., Dransfeld, W., & Landrock, H. M. (2016). *Industrie 4.0 / Internet of Things, Vendor Benchmark*. (Experton Group AG, Ed.). Munich: Experton Group AG.

Wat kan servitization jouw bedrijf opleveren? - MT.nl. (2017, December 18). Retrieved April 4, 2018, from https://www.mt.nl/dossiers/made-in-nl/wat-kan-servitization-jouw-bedrijf-opleveren/547587

WC. (2016). Industry 4.0: Building the digital enterprise. Retrieved April 4, 2018, from https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf

Weinberger, M., Bilgeri, D., & Fleisch, E. (2016). 20 Linsen auf digitale Geschäftsmodelle. In *Digitale Transformation im Unternehmen gestalten* (pp. 65–70).

Weiser, M. (1995). The Computer for the 21st Century. In *Readings in Human–Computer Interaction* (pp. 933–940).

White, D., & Fortune, J. (2002). Current practice in project management — an empirical study. *International Journal of Project Management*, *20*(1), 1–11.

Wikipedia. (2016). Industry 4.0. Retrieved April 9, 2018, from https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0 (accessed 02 02, 2017)

Wikipedia contributors. (2018, October 20). Open innovation. Retrieved November 30, 2018, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Open_innovation&oldid=864887723

Wilhelmus Adrianus Franciscus, & Timmer, J. W. (2016). *De wereldwijde opmars van Smart Industry*.

Wolf, S., Dollinger, C., Hees, A., & Reinhart, G. (2017). Der Mensch in Interaktion mit autonomen Planungs- und Steuerungssystemen für Cyber-Physische Produktionssysteme. In *Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung* (pp. 123–132).

Xiaomin, L., Di, L., Wan, J., Athanasios, V., & Chin-Feng, L. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0. *Wireless Networks*, *23*(1), 23–41.

Yaqin, M. (2016). Welke soorten (big) data kan je analyseren? – Marya Yaqin. Retrieved April 4, 2018, from http://www.maryayaqin.com/soorten_data/

Zamfirescu, C.-B., Pârvu, B.-C., Schlick, J., & Zühlke, D. (2013). Preliminary Insides for an Anthropocentric Cyber-physical Reference Architecture of the Smart Factory. Studies in Informatics and Control, 22(3). https://doi.org/10.24846/v22i3y201303